

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   5 月 2 9 日  
Date of Application:

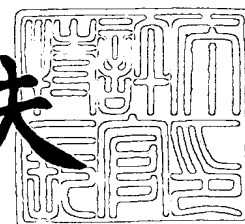
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 1 5 2 8 1 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 1 5 2 8 1 5 ]

出      願      人            株 式 会 社 デ ン ソ ー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 TIA2078

【提出日】 平成15年 5月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 27/41

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 黒川 英一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 川瀬 友生

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100067596

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 求馬

【電話番号】 052-683-6066

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-251714

【出願日】 平成14年 8月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006334

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105118

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスセンサの異常検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固体電解質材に 1 対の電極が形成されたセルを有し、前記電極の表面における被測定ガスの組成に応じた信号を、前記電極と接続された信号線から出力するガスセンサの異常の有無を検出するガスセンサの異常検出装置において、

異常検出対象のセルについて、前記信号線を介して一時的に交流成分を含む試験信号を入力する信号入力手段と、

前記試験信号入力に応答して、前記信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記応答信号の検出値を規定値と比較して、前記検出値が前記規定値で画された領域のうち予め設定した一方の領域にある場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる判定手段とを具備せしめたことを特徴とするガスセンサの異常検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記応答信号の検出では、前記試験信号に対して所定のタイムディレイを設定したガスセンサの異常検出装置。

【請求項 3】 固体電解質材に 1 対の電極が形成されたセルを有し、前記電極の表面における被測定ガスの組成に応じたガス検出信号を、前記電極と接続された信号線から出力するガスセンサであって、複数のセルについて 1 対の電極のうち一方の電極が共通のチャンバーに面して設けられる構造のガスセンサを検出対象として、異常の有無を検出するガスセンサの異常検出装置において、

前記複数のセルのうちの所定のセルについて、信号線を介して一時的に交流成分を含む試験信号を入力する試験信号入力手段と、

前記試験信号入力に応答して、前記複数のセルのうちの前記所定セル以外の異常検出対象のセルに対応する信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記応答信号の検出値を規定値と比較して、前記検出値が前記規定値で画され

た領域のうち予め設定した一方の領域にある場合には、異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる判定手段とを具備せしめたことを特徴とするガスセンサの異常検出装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記所定のセルについて、前記試験信号入力に応答して、前記所定セルに対応する信号線に生じる応答信号を検出する別の応答信号検出手段と、

前記応答信号の検出値を規定値と比較して、前記検出値が前記規定値で画された領域のうち予め設定した一方の領域にある場合には、前記所定セルについて断線異常と判ずる別の判定手段とを具備せしめたガスセンサの異常検出装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記所定のセルについて、前記試験信号入力に応答して、前記所定セルに対応する信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記試験信号と前記応答信号とに基づいて前記所定セルの電極間のインピーダンスを求めるインピーダンス算出手段と、

得られたインピーダンスに基づいて、前記セルとともに前記ガスセンサに一体に設けられたヒータを制御するヒータ制御手段とを具備せしめたガスセンサの異常検出装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載のガスセンサの異常検出装置において、前記固体電解質材の温度状態を検出する温度状態検出手段と、

前記温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達するまで、前記判定手段の異常判定処理を禁止する禁止手段とを具備せしめたガスセンサの異常検出装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記温度状態検出手段は、前記試験信号と前記応答信号とに基づいて前記電極間のインピーダンスを求め、前記温度状態は、前記インピーダンスをパラメータとするガスセンサの異常検出装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 いずれか記載のガスセンサの異常検出装置において、

前記試験信号入力手段は、前記試験信号として一時的な電圧変化を前記信号線に入力し、

前記応答信号検出手段は、前記応答信号として前記信号線を流れる電流変化を検出し、

前記判定手段は、前記予め設定した一方の領域を前記規定値よりも小側の領域として、前記検出値が前記規定値を下回る場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずるガスセンサの異常検出装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 7 いずれか記載のガスセンサの異常検出装置において、

前記試験信号入力手段は、前記試験信号として一時的な電流変化を前記信号線に入力し、

前記応答信号検出手段は、前記応答信号として前記信号線の電圧変化を検出し、

前記判定手段は、前記予め設定した一方の領域を前記規定値よりも大側の領域として、前記検出値が前記規定値を上回る場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずるガスセンサの異常検出装置。

【請求項 1 0】 固体電解質材に 1 対の電極が形成されたセルを有し、前記電極の表面における被測定ガスの組成に応じたガス検出信号を、前記電極と接続された信号線から出力するガスセンサの異常の有無を検出するガスセンサの異常検出装置において、

異常検出対象のセルについて、前記信号線を介して一時的に交流成分を含む試験信号を入力する試験信号入力手段と、

前記試験信号入力に応答して、前記信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記試験信号と前記応答信号とに基づいて前記電極間のインピーダンスを求めるインピーダンス算出手段と、

前記インピーダンスの算出値を規定値と比較して規定値を上回っている場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる判定手段とを具備せしめたことを特徴とするガスセンサの異常検出装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記固体電解質材の温度状態を検出する温度状態検出手段と、

前記温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達するまで、前記判定手段の異常判定処理を禁止する禁止手段とを具備せしめたガスセンサの異常検出装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記温度状態検出手段は、前記セルとともに前記ガスセンサに一体に設けられたヒータの通電時間を求め、前記温度状態は、前記通電時間をパラメータとするガスセンサの異常検出装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記温度状態検出手段は、前記セルとともに前記ガスセンサに一体に設けられたヒータの総投入電力量を求め、前記温度状態は、前記総投入電力量をパラメータとするガスセンサの異常検出装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 ないし 1 3 いずれか記載のガスセンサの異常検出装置において、

前記試験信号入力手段は、前記セルの電源を構成して、前記試験信号として、一時的な電圧変化若しくは電流変化を前記信号線に入力し、

前記応答信号検出手段は、前記応答信号として前記信号線を流れる電流変化若しくは電極間の電圧変化を検出するガスセンサの異常検出装置装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記試験信号入力手段は、直前の電圧若しくは電流に対して正側と負側との両方向に相前後して変化するように設定したガスセンサの異常検出装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 4 記載のガスセンサの異常検出装置において、前記試験信号入力手段は、直前の電圧若しくは電流に対して正側若しくは負側の一方向に変化するように設定したガスセンサの異常検出装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスセンサの異常検出装置に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

ガスセンサは種々の分野で用いられており、例えば、内燃機関の排気管に設け

られて、内燃機関本体から排出される排気ガス中の酸素等のガス濃度を検出して、その検出信号を機関本体各部の制御に供するようになっている。

#### 【0003】

内燃機関用のガスセンサは、今日、ジルコニア等の酸素イオン導電性の固体電解質材を用いたものが一般的である。例えば、被測定ガスが存在するガスセンサ外部とガスセンサ内部とで酸素が行き来可能にチャンバーを形成し、固体電解質材に1対の電極を形成したセルによりチャンバー内の酸素を汲み出し又は汲み込む構造のものがある。このものでは、電極間に、電極と接続された信号線を介して電圧を印加して固体電解質材の内部にキャリアとしての酸素イオンを移動させることで、酸素を汲み出し又は汲み込むようになっている。そして、電極間にチャンバー内の酸素濃度に応じた限界電流を流し、前記信号線を流れる電流を検出することで酸素濃度が知られるようにしている。また、このような構成のセルを複数設けて、NO<sub>x</sub> やCO、HCを検出可能としたものもある。

#### 【0004】

ところで、今日の内燃機関等では、実働状態等において、各種の異常の有無の自己診断を行うことがなされている。下記特許文献1には、ガスセンサの故障を判定する装置が開示されている。この装置では、特にガスセンサに内蔵されるヒータの通電故障を判定するようにしており、ヒータ通電時の電圧や電流をその大きさに二値判定して断線等の異常の有無を判断している。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平11-6812号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

前記特許文献1の技術を応用して、セルの電極と信号線との間や、信号線の途中での断線を検出して、正常なガス濃度の検出が不可能な状態であることが速やかに知られるようにするのが望ましい。例えば、セルの電極間に電圧を印加して電流の有無を検出することが考えられる。

#### 【0007】



しかしながら、ガスセンサは小型化や多セル化が進んでおり、一体に設けられるヒータやセルの干渉で、得られた検出電流から必ずしも正確には断線の有無を検出することができない。

#### 【0008】

本発明は前記実情に鑑みなされたもので、ガスセンサの断線の有無を正確に検出することのできるガスセンサの異常検出装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明では、固体電解質材に1対の電極が形成されたセルを有し、前記電極の表面における被測定ガスの組成に応じた信号を、前記電極と接続された信号線から出力するガスセンサの異常の有無を検出するガスセンサの異常検出装置において、

異常検出対象のセルについて、前記信号線を介して一時的に交流成分を含む試験信号を入力する信号入力手段と、

前記試験信号入力に応答して、前記信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記応答信号の検出値を規定値と比較して、前記検出値が前記規定値で画された領域のうち予め設定した一方の領域にある場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる判定手段とを具備せしめる。

#### 【0010】

セルの電極は固体電解質材を移動する酸素量を確保すべく平面的な広がりをもっているため、セルの等価回路は比較的大きな寄生容量を有している。したがって、交流成分に対するインピーダンスは、セルに断線異常が生じたときの断線部におけるインピーダンスに比してごく小さい。したがって、応答信号は、断線の有無で、大きな差を有することになる。これにより、他のセル等の干渉により定常的に信号線に流れる電流による信号と明確に区別することができ、判定の確度が高いものとなる。

#### 【0011】

また、断線の有無で応答信号が大きな差を生じるので、固体電解質材がある程

度昇温してインピーダンスがある程度小さくなっていれば断線検出が可能であり、早期に断線を知ることができる。

#### 【0012】

請求項2記載の発明では、請求項1の発明の構成において、前記応答信号の検出では、前記試験信号に対して所定のタイムディレイを設定する。

#### 【0013】

ガスセンサの小型化、複数セル化のため、複数のセルの電極が同一固体電解質材に形成されている構造等では、検出対象のセルとその他のセルとが近接し、セル間に寄生容量が存在している。このため、一方の電極で断線が生じていても、断線の生じていない電極と前記その他のセルの電極間の寄生容量を介して試験信号に応答して電流が流れる。応答信号の検出で試験信号に対して所定のタイムディレイを設定して、かかる信号線上の信号における、セル間の寄生容量の影響が小さくなった状態で断線検出を行うことで、さらに断線検出の確度を高めることができる。

#### 【0014】

請求項3記載の発明では、固体電解質材に1対の電極が形成されたセルを有し、前記電極の表面における被測定ガスの組成に応じたガス検出信号を、前記電極と接続された信号線から出力するガスセンサであって、複数のセルについて1対の電極のうち一方の電極が共通のチャンバーに面して設けられる構造のガスセンサを検出対象として、異常の有無を検出するガスセンサの異常検出装置において、

前記複数のセルのうちの所定のセルについて、信号線を介して一時的に交流成分を含む試験信号を入力する試験信号入力手段と、

前記試験信号入力に応答して、前記複数のセルのうちの前記所定セル以外の異常検出対象のセルに対応する信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記応答信号の検出値を規定値と比較して、前記検出値が前記規定値で画された領域のうち予め設定した一方の領域にある場合には、異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる判定手段とを具備せしめる。

## 【0015】

ガスセンサの小型化、複数セル化のため、複数のセルの電極が同一固体電解質材に形成されている構造等では、検出対象のセルとその他のセルとが近接し、セル間に寄生容量が存在している。したがって、交流成分に対するインピーダンスは、セルに断線異常が生じたときの断線部におけるインピーダンスに比してごく小さい。したがって、応答信号は、断線の有無で、大きな差を有することになる。これにより、他のセル等の干渉により定常的に信号線に流れる電流による信号と明確に区別することができ、判定の確度が高いものとなる。

## 【0016】

また、試験信号の出力期間を長めにとって時間をかけて断線検出を行うことが許容される場合、所定セルについて試験信号を入力すると、その分の酸素汲み出し若しくは汲み込み作用により、所定セルの電極が面しているチャンバーの酸素濃度が変化する。これにより、同じチャンバーに面している検出対象セルの電極に接続された信号線に断線がなければ、酸素濃度変化に応じてガス検出信号に変化が生じ、これが応答信号となる。これにより、断線の有無を検出することができる。応答信号が、実際のチャンバー内の酸素濃度の変化に基因したものであるから、他のセル等の干渉により定常的に信号線に流れる電流による信号と明確に区別することができ、判定の確度が高いものとなる。

## 【0017】

当該検出対象セルについて試験信号入力手段を設けないので、設計の自由度が拡大する。

## 【0018】

請求項4記載の発明では、請求項3の発明の構成において、前記所定のセルについて、前記試験信号入力に応答して、前記所定セルに対応する信号線に生じる応答信号を検出する別の応答信号検出手段と、

前記応答信号の検出値を規定値と比較して、前記検出値が前記規定値で画された領域のうち予め設定した一方の領域にある場合には、前記所定セルについて断線異常と判ずる別の判定手段とを具備せしめる。

## 【0019】

所定セルの断線異常判定用の試験信号を検出対象セルの断線検出用に兼用することができるので、構成を簡略化することができる。

#### 【0020】

請求項5記載の発明では、請求項4の発明の構成において、前記所定のセルについて、前記試験信号入力に応答して、前記所定セルに対応する信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記試験信号と前記応答信号とに基づいて前記所定セルの電極間のインピーダンスを求めるインピーダンス算出手段と、

得られたインピーダンスに基づいて、前記セルとともに前記ガスセンサに一体に設けられたヒータを制御するヒータ制御手段とを具備せしめる。

#### 【0021】

ヒータ制御に供されるインピーダンス検出用の試験信号を検出対象セルの断線検出用に兼用することができるので、構成を簡略化することができる。

#### 【0022】

請求項6記載の発明では、請求項1ないし5の発明の構成において、前記固体電解質材の温度状態を検出する温度状態検出手段と、

前記温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達するまで、前記判定手段の異常判定処理を禁止する禁止手段とを具備せしめる。

#### 【0023】

固体電解質材が冷えている状態では電極間のインピーダンスが高く、前記寄生容量は小さい。かかる状態で断線検出を行っても、十分な大きさの応答信号が得られない。したがって、固体電解質材の温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達するまで異常判定がなされないようにすることで、断線の判定確度を高めることができる。

#### 【0024】

請求項7記載の発明では、請求項6の発明の構成において、前記温度状態検出手段は、前記試験信号と前記応答信号とに基づいて前記電極間のインピーダンスを求め、前記温度状態は、前記インピーダンスをパラメータとする。

#### 【0025】

固体電解質材は、温度状態を活性温度域に向けて昇温するほど電極間のインピーダンスが小さくなるから、電極間のインピーダンスにより好適に固体電解質材の温度状態を知ることができる。別途、センサ類を設ける必要がないから構成を簡略化することができる。

#### 【0 0 2 6】

請求項 8 記載の発明では、請求項 1 ないし 7 の発明の構成において、

前記試験信号入力手段は、前記試験信号として一時的な電圧変化を前記信号線に入力し、

前記応答信号検出手段は、前記応答信号として前記信号線を流れる電流変化を検出し、

前記判定手段は、前記予め設定した一方の領域を前記規定値よりも小側の領域として、前記検出値が前記規定値を下回る場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる構成とする。

#### 【0 0 2 7】

試験信号として交流電圧を与え、電流変化で断線検出する場合、前記寄生容量により、電極と接続された信号線に断線がなければ、交流電流が電極間を流れる。この交流電流による電流応答信号は比較的大きなものとなる。断線していれば、前記交流電流は実質的に 0 である。したがって、前記一方の領域を規定値よりも小側の領域にとることで断線を判定することができる。

#### 【0 0 2 8】

請求項 9 記載の発明では、請求項 1 ないし 7 の発明の構成において、

前記試験信号入力手段は、前記試験信号として一時的な電流変化を前記信号線に入力し、

前記応答信号検出手段は、前記応答信号として前記信号線の電圧変化を検出し、

前記判定手段は、前記予め設定した一方の領域を前記規定値よりも大側の領域として、前記検出値が前記規定値を上回る場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる構成とする。

#### 【0 0 2 9】

試験信号として交流電流を与え、電圧変化で断線検出する場合、前記寄生容量により、電極と接続された信号線に断線がなければ、交流電流が電極間を流れる。前記のごとくセルの交流成分に対するインピーダンスは小さいので、前記交流電流による電圧応答信号は比較的小さなものとなる。前記セルの小さなインピーダンスが小さいので、断線していれば、断線部でのインピーダンスにより、大きな電圧応答信号となる。したがって、前記一方の領域を規定値よりも大きい側の領域にとることで断線を判定することができる。

### 【0030】

請求項 10 記載の発明では、固体電解質材に 1 対の電極が形成されたセルを有し、前記電極の表面における被測定ガスの組成に応じたガス検出信号を、前記電極と接続された信号線から出力するガスセンサの異常の有無を検出するガスセンサの異常検出装置において、

異常検出対象のセルについて、前記信号線を介して一時的に交流成分を含む試験信号を入力する試験信号入力手段と、

前記試験信号入力に応答して、前記信号線に生じる応答信号を検出する応答信号検出手段と、

前記試験信号と前記応答信号とに基づいて前記電極間のインピーダンスを求めるインピーダンス算出手段と、

前記インピーダンスの算出値を規定値と比較して規定値を上回っている場合には、前記異常検出対象のセルについて断線異常と判ずる判定手段とを具備せしめる。

### 【0031】

セルの電極は固体電解質材を移動する酸素量を確保すべく平面的な広がりをもっているため、セルの等価回路は比較的大きな寄生容量を有している。したがって、交流成分に対するインピーダンスは、セルに断線異常が生じたときの断線部におけるインピーダンスに比してごく小さい。したがって、断線の有無で、インピーダンスや応答信号は大きな差を有することになる。インピーダンスは試験信号としての電圧変化や電流変化、および応答信号としての電流変化や電圧変化に基づいて求めることができる。応答信号は前記のごとく大きな差を有するので、

これに基づいて求められたインピーダンスに基づいて断線を判定するに際して他のセル等の干渉により信号線に流れる電流による信号による影響は僅少である。これにより、判定の確度が高いものとなる。

#### 【 0 0 3 2 】

請求項 1 1 記載の発明では、請求項 1 0 の発明の構成において、前記固体電解質材の温度状態を検出する温度状態検出手段と、

前記温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達するまで、前記判定手段の異常判定処理を禁止する禁止手段とを具備せしめる。

#### 【 0 0 3 3 】

固体電解質材が冷えている状態では電極間のインピーダンスが高く、前記寄生容量は小さい。かかる状態で断線検出を行っても、十分な大きさの応答信号が得られない。したがって、固体電解質材の温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達するまで異常判定がなされないようにすることで、断線の判定確度を高めることができる。

#### 【 0 0 3 4 】

請求項 1 2 記載の発明では、請求項 1 1 の発明の構成において、前記温度状態検出手段は、前記セルとともに前記ガスセンサに一体に設けられたヒータの通電時間を求め、前記温度状態は、前記通電時間をパラメータとする。

#### 【 0 0 3 5 】

固体電解質材が冷えている状態では電極間のインピーダンスが高い。断線がなくとも、断線との誤判定をするおそれがある。したがって、固体電解質材を加熱するヒータの通電時間が十分経過し、固体電解質材の温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達したとみなせるまで異常判定がなされないようにすることで、断線の判定確度を高めることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

請求項 1 3 記載の発明では、請求項 1 1 の発明の構成において、前記温度状態検出手段は、前記セルとともに前記ガスセンサに一体に設けられたヒータの総投入電力量を求め、前記温度状態は、前記総投入電力量をパラメータとする。

#### 【 0 0 3 7 】

固体電解質材が冷えている状態では電極間のインピーダンスが高い。断線がなくとも、断線との誤判定をするおそれがある。したがって、固体電解質材を加熱するヒータの総投入電力量が十分な電力量になり、固体電解質材の温度状態が固体電解質材の所定温度域に到達したとみなせるまで異常判定がなされないようにすることで、断線の判定確度を高めることができる。

#### 【 0 0 3 8 】

請求項 1 4 記載の発明では、請求項 1 ないし 1 3 の発明の構成において、前記試験信号入力手段は、前記セルの電源を構成して、前記試験信号として、一時的な電圧変化若しくは電流変化を前記信号線に入力し、

前記応答信号検出手段は、前記応答信号として前記信号線を流れる電流変化若しくは電極間の電圧変化を検出するように構成する。

#### 【 0 0 3 9 】

セルの電源の電圧若しくは電流を変化させることで試験信号を発生するので、別途、信号発生源を設ける必要がなく、構成を簡略化することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

請求項 1 5 記載の発明では、請求項 1 4 の発明の構成において、前記試験信号入力手段は、直前の電圧若しくは電流に対して正側と負側との両方向に相前後して変化するように設定する。

#### 【 0 0 4 1 】

電圧の変化でセルの寄生容量の充電状態が変化しても、反対方向の電圧の変化で速やかに充電状態が元に復するから、セルを含む回路の時定数に応じた自然放電を待つことなく、速やかに正常なガス濃度検出が可能になる。

#### 【 0 0 4 2 】

請求項 1 6 記載の発明では、請求項 1 4 の発明の構成において、前記試験信号入力手段は、直前の電圧若しくは電流に対して正側若しくは負側の一方向に変化するように設定する。

#### 【 0 0 4 3 】

直前の電圧若しくは電流に対して逆方向に変化させないので簡易である。

#### 【 0 0 4 4 】



**【発明の実施の形態】**

図 1 に本発明のガスセンサの異常検出装置を適用したガス濃度検出装置を示す。本実施形態は例えば自動車の内燃機関用に適用したものである。

**【0045】**

ガスセンサ 1 は例えばエンジンから排出される排気ガスが流通する排気管に設けられ、車室側に設けられたガスセンサ 1 の制御回路 2 と配線用のケーブルにより接続される。制御回路を構成するマイクロコンピュータ 28 では、ガスセンサ 1 からの各信号に基づいて排気ガス中の酸素濃度および NO<sub>x</sub> 濃度（以下、適宜、ガス濃度という）を演算処理し、その結果を出力する。

**【0046】**

ガスセンサ 1 は図 2、図 3、図 4 に示すように、ジルコニア等の酸素イオン導電性の固体電解質材である固体電解質層 111, 112、アルミナ等の絶縁材料からなる絶縁層 113, 114、アルミナ等の絶縁材料やジルコニア等の固体電解質材からなる層 115 等が板厚方向に積層する積層構造を有し、面方向に細長の全体形状が与えられている。固体電解質層 111, 112 で挟まれた絶縁層 114 は一部が板厚方向に打ち抜かれており、固体電解質層 111, 112 の間に、絞り部 103 を介して互いに連通する 2 つのチャンバー 101, 102 が形成される。チャンバー 101, 102 はガスセンサ 1 の長手方向に配置され、ガスセンサ 1 の先端側の第 1 のチャンバー 101 よりもガスセンサ 1 の基端側の第 2 のチャンバー 102 は 2 倍程度幅広である。

**【0047】**

各固体電解質層 111, 112 をそれぞれ挟んでチャンバー 101, 102 と反対側には各固体電解質層 111, 112 をダクト壁の一部とする大気ダクト 104, 105 がそれぞれ形成されている。各大気ダクト 104, 105 はガスセンサ 1 の基端で大気開放している。第 1 の大気ダクト 104 は固体電解質層 112 を挟んで第 1 チャンバー 101 と対向する位置まで伸びており、第 2 のダクト 105 は固体電解質層 111 を挟んで第 2 チャンバー 102 と対向する位置まで伸びている。ガスセンサ 1 が内燃機関に適用される場合には、ガスセンサ 1 はこれを保持するホルダ部材等とともに排気管の管壁を貫通して設けられて、大気

ダクト 104, 105 は排気管外部と連通し、基準酸素濃度の空間となる。

#### 【0048】

第1のチャンバー101位置で、図2中、上側の固体電解質層111には、これを板厚方向に貫通するピンホール106が形成されており、ピンホール106を介して当該ガスセンサ1の周囲の排気ガスが第1チャンバー101内に導入される。ピンホール106の開口端は多孔質アルミナ等の多孔質拡散層116により覆われており、排気微粒子のチャンバー101内への侵入を防止している。

#### 【0049】

第1チャンバー101位置で固体電解質層112の上下面には固体電解質層112を挟んで対向する1対の電極121, 122が形成されており、固体電解質層112と電極121, 122とでポンプセル1aが構成される。ポンプセル1aを構成する電極121, 122のうち、チャンバー101に面した電極121は $\text{NO}_x$ の分解（還元）に不活性なAu-Pt等の貴金属により構成されている。以下、適宜、チャンバー101に面した電極121をチャンバー側ポンプ電極121といい、大気ダクト104に面した電極122を大気側ポンプ電極122という。

#### 【0050】

第2チャンバー102位置で固体電解質層111の上下面には、大気ダクト105に面した電極125を共通として、固体電解質層112を挟んで対向する2組の1対の電極123, 125、電極124, 125が形成されている。固体電解質層111と電極123, 125とでモニタセル1bが構成される。また、固体電解質層111と電極124, 125とでセンサセル1cが構成される。チャンバー102に面した電極123, 124のうち、モニタセル1bの電極123が $\text{NO}_x$ の分解（還元）に不活性なAu-Pt等の貴金属により構成され、センサセル1cの電極124が $\text{NO}_x$ の分解（還元）に活性なPt等の貴金属により構成される。以下、適宜、モニタセル1bのチャンバー102に面した電極123をチャンバー側モニタ電極123といい、センサセル1cのチャンバー102に面した電極124をチャンバー側センサ電極124という。また、モニタセル1bとセンサセル1cとに共通の大気ダクト105に面した電極125を大気側

センサ／モニタ電極 125 という。

#### 【0051】

また、固体電解質層 112 とともに大気ダクト 104 のダクト壁をなす層 115 には、Pt 等の線パターンが埋設されて、ガスセンサ 1 全体を加熱するヒータ 13 としてある。ヒータ 13 は通電によりジュール熱を発生する電気式のものである。

#### 【0052】

ガスセンサ 1 において、ガスセンサ 1 の周囲を流れる排気ガスが多孔質拡散層 116 およびピンホール 106 を通って第 1 チャンバー 101 に導入されるが、ポンプセル 1a に大気側ポンプ電極 122 側を正として電極 121, 122 間に電圧を印加すると、排気ガス中の酸素がチャンバ側ポンプ電極 122 で分解、イオン化して固体電解質層 111 を通り大気ダクト 104 へと排出される。このとき、第 1 チャンバー 101 内への酸素の流入はピンホール 106 と多孔質拡散層 116 の流通抵抗が支配的となっている。ポンプセル 1a の電極 121, 122 間への印加電圧を限界電流域に設定すればその電流値から排気ガス中の酸素濃度が知られる。チャンバ側ポンプ電極 121 が  $\text{NO}_x$  の分解に不活性であるから  $\text{NO}_x$  は第 1 チャンバー 101 内に残留する。

#### 【0053】

排気ガスは第 1 チャンバー 101 から絞り部 103 を介して第 2 チャンバー 102 へと拡散するから、第 2 チャンバー 102 には酸素濃度が低下した排気ガスが存在している。モニタセル 1b、センサセル 1c に、大気側センサ／モニタ電極 125 側を正として、電極 123, 125 間および電極 124, 125 間に電圧を印加すると、各セル 1b, 1c ではチャンバー 102 内の余剰酸素が大気ダクト 105 へと排出され、限界電流が流れる。ここで、第 2 チャンバー 102 に面した電極 123, 124 のうち、チャンバ側センサ電極 124 のみが  $\text{NO}_x$  の分解に対して活性であるから、センサセル 1c に流れる電流の方がモニタセル 1b に流れる電流よりも、チャンバ側センサ電極 124 において  $\text{NO}_x$  が分解することで生じる酸素イオンの分、多くなる。モニタセル 1b に流れる電流とセンサセル 1c に流れる電流との差に基づいて排気ガスの  $\text{NO}_x$  濃度が得られることに

なる。

#### 【0054】

次にガス濃度検出装置の電氣的構成について説明する。制御回路 2 は、CPU、A/Dコンバータ (A/D0～A/D5)、D/Aコンバータ (D/A0～D/A4)、I/Oポート (I/O0, I/O1) 等を備えた一般的な構成のマイクロコンピュータ 28 を有している。マイクロコンピュータ 28 はポンプセル 1 a、モニタセル 1 b の電源を構成し、ポンプセル 1 a、モニタセル 1 b への印加電圧の指令電圧を D/A1, D/A0 より適宜、出力する。また、マイクロコンピュータ 28 は、各セル 1 a～1 c に流れる電流を検出すべく、ガス検出信号を A/D0～A/D5 から取り込む。そして、セル 1 a～1 c での検出電流に基づいて排気ガス中の酸素濃度や  $\text{NO}_x$  濃度を演算し、その結果を D/A4, D/A3 より外部出力する。また、マイクロコンピュータ 28 は I/O0, I/O1 から制御信号を出力する。

#### 【0055】

詳細には、ポンプセル 1 a の大気ポンプ電極 122 には基準電圧源 211 の出力が入力する電圧フォロア用のオペアンプ 212 から基準電圧  $V_a$  が印加され、チャンバ側ポンプ電極 121 には、マイクロコンピュータ 28 の D/A1 からの指令電圧がローパスフィルタ (以下、適宜、LPF という) 231 を介して入力するオペアンプ 232 から電流検出用の抵抗器 233 を介して、電圧  $V_b$  が印加される。電圧  $V_b$  およびオペアンプ 232 の出力電圧  $V_d$  はマイクロコンピュータ 28 の A/D2, A/D3 で取り込まれる。これにより、ポンプセル 1 a の電極 121, 122 間には電圧 ( $V_a - V_b$ ) が印加され (以下、適宜、この印加電圧を、ポンプセル電圧  $V_p$  という)、電極 121, 122 間に電流 (以下、適宜、ポンプセル電流という)  $I_p$  が流れると、これが抵抗器 233 の電圧降下 ( $V_b - V_d$ ) として検出されることになる。前記 LPF 231 は、例えば抵抗器およびコンデンサからなる一次フィルタとして構成される。離散値をとるマイクロコンピュータ 28 からの指令電圧の波形が LPF 231 によりなまされてオペアンプ 232 に入力する。

#### 【0056】

モニタセル 1 b、センサセル 1 c に対しても同様の検出回路が設けられている。すなわち、モニタセル 1 b、センサセル 1 c の共通の電極 1 2 5 には基準電圧源 2 2 1 の出力が入力する電圧フォロアのオペアンプ 2 2 2 から基準電圧  $V_f$  が印加されている。モニタセル 1 b のチャンバ側モニタ電極 1 2 3 には、マイクロコンピュータ 2 8 の D/A 0 からの指令電圧が L P F 2 4 1 を介して入力するオペアンプ 2 4 2 から電流検出用の抵抗器 2 4 3 を介して、電圧  $V_c$  が印加される。電圧  $V_c$  およびオペアンプ 2 4 2 の出力電圧  $V_e$  はマイクロコンピュータ 2 8 の A/D 0、A/D 1 で取り込まれる。これにより、モニタセル 1 a の電極 1 2 3, 1 2 5 間には電圧 ( $V_f - V_c$ ) が印加され (以下、適宜、この印加電圧を、モニタセル電圧  $V_m$  という)、電極 1 2 3, 1 2 5 間に電流 (以下、適宜、モニタセル電流という)  $I_m$  が流れると、これが抵抗器 2 4 3 の電圧降下 ( $V_c - V_e$ ) として検出されることになる。

#### 【0057】

一方、センサセル 1 c のチャンバ 1 0 2 に面した電極 1 2 4 には、マイクロコンピュータ 2 8 の D/A 2 からの指令電圧が L P F 2 5 1 を介して入力するオペアンプ 2 5 2 から電流検出用の抵抗器 2 5 3 を介して、電圧  $V_g$  が印加される。オペアンプ 2 5 2 の出力電圧  $V_h$ 、および電圧  $V_g$  はマイクロコンピュータ 2 8 の A/D 4、A/D 5 を介して C P U に取り込まれる。これにより、センサセル 1 c の電極 1 2 4, 1 2 5 間には電圧 ( $V_f - V_g$ ) が印加され (以下、適宜、この印加電圧を、センサセル電圧  $V_s$  という)、電極 1 2 4, 1 2 5 間に電流 (以下、適宜、センサセル電流という)  $I_s$  が流れると、これが抵抗器 2 5 3 の電圧降下 ( $V_g - V_h$ ) として検出されることになる。

#### 【0058】

また、制御回路 2 では、セル 1 a ~ 1 c のインピーダンスが検出されるようになっている。インピーダンスの検出は、代表としてモニタセル 1 b を対象となされ、検出されるインピーダンスは両電極 1 2 3, 1 2 5 間のインピーダンスである (以下、適宜、モニタインピーダンスという)。すなわち、インピーダンス検出時には、D/A 0 からの指令電圧が正側または負側に瞬間的に変化せしめられる。この電圧変化は L P F 2 4 1 でなまされて、モニタセル 1 b のチャンバ

側モニタ電極 123 への印加電圧  $V_c$ 、したがってモニタセル電圧  $V_m$  に、正弦波状の交流成分が含まれる。この交流成分は、1 kHz 以上が望ましく、LPF 241 の時定数は  $15 \mu\text{sec}$  程度に設定される。マイクロコンピュータ 28 では、この時のモニタセル電圧  $V_m$  の電圧変化およびモニタセル電流  $I_m$  の電流変化に基づいてインピーダンスが求められる。

#### 【0059】

なお、モニタセル電流  $I_m$  検出用の抵抗器 243 と並列に別のモニタセル電流  $I_m$  検出用の抵抗器 244 が設けられている。抵抗器 244 はスイッチ 245 により断接切り換え自在である。スイッチ 245 はマイクロコンピュータ 28 の I/O 1 からの制御信号でオンオフし、オン時にはモニタセル電流  $I_m$  検出用の抵抗器の抵抗値を小さくすることができる。スイッチ 245 のオンによりモニタセル電流  $I_m$  検出用の抵抗器の抵抗値を小さくするのは、インピーダンスの検出時であるが、これは、濃度検出時に比してモニタセル電流  $I_m$  が大きくなるため、インピーダンスの検出時とガス濃度検出時とで電流検出電圧 ( $V_c - V_e$ ) がアンバランスにならないようにしたものである。

#### 【0060】

次にヒータ 13 の駆動系について説明する。ヒータ 13 はバッテリー 26 から通電されるようになっており、通電は MOSFET 272 によりオンとオフとに切り換えられるようになっている。MOSFET 272 のゲートには、マイクロコンピュータ 28 の I/O 0 から MOSFET ドライバ 271 を介して駆動信号が入力して、前記オンとオフとを切り換えられる。ヒータ 13 の通電制御はパルス状に電圧を印加する PWM 制御でなされ、駆動電流（駆動電力）の調整が、所定周期内の前記パルスのオン期間の長さ（駆動デューティ）を増減することでなされる。

#### 【0061】

次にマイクロコンピュータ 28 で実行される制御プログラムとともに本ガス濃度検出装置の作動について説明する。先ず、図 5、図 6 のフローチャートにより、ガス濃度を検出する基本的な制御について説明する。

#### 【0062】

図5はメインルーチンの概要を示すもので、制御回路2の電源オンにより起動する。先ずステップS101では前回のガス濃度の検出時から所定時間 $T_a$ が経過したか否かを判定する。所定時間 $T_a$ はガス濃度検出の周期に相当する時間であり、例えば4ms程度に設定される。

#### 【0063】

ステップS101が肯定判断されるとステップS102に進み、ガス濃度の検出処理を実行する。ガス濃度の検出処理では、その時々ポンプセル電流 $I_p$ に応じた指令電圧を設定するとともに、その指令電圧出力時のポンプセル電流 $I_p$ を検出する。指令電圧の設定はマイクロコンピュータ28の図示しないROMに格納された印加電圧マップにしたがって設定される。そして、ポンプセル電流 $I_p$ を酸素濃度に換算する。さらに、その時々モニタセル電流 $I_m$ 、センサセル電流 $I_s$ を検出する。そして、モニタセル電流 $I_m$ 、センサセル電流 $I_s$ を $NO_x$ 濃度に換算する。

#### 【0064】

続くステップS103では、前回のインピーダンスの検出時から所定時間 $T_b$ が経過したか否かを判定する。所定時間 $T_b$ はインピーダンス検出の周期に相当する時間であり、例えばエンジン運転状態に応じて128msec、2sec等の時間が選択的に設定される。

#### 【0065】

ステップS103が肯定判断されるとステップS104に進んでインピーダンスの検出処理を実行し、ステップS105で検出インピーダンスに基づいてヒータ13の通電制御を実行する。

#### 【0066】

インピーダンスの検出処理（ステップS104）は、温度状態検出手段としての処理であり、図6に示すように、ステップS201で、D/A0からの指令電圧を例えば正側にごく短時間（数十～数百 $\mu sec$ ）シフトし、モニタセル電圧 $V_m$ を変化させるとともに、ステップS202で、このときのモニタセル電圧 $V_m$ の変化 $\Delta V_m$ と、モニタセル電流 $I_m$ の変化 $\Delta I_m$ とを計測する。なお、ステップS201実行前にI/O1によりインピーダンス検出用に抵抗器244が接

続される。ステップ S 203 はインピーダンス算出手段としての処理で、計測結果に基づいてインピーダンスを算出する。すなわち、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  とモニタセル電圧変化  $\Delta V_m$  との比 ( $\Delta V_m / \Delta I_m$ ) を算出して、これをインピーダンスとする。モニタセル電圧  $V_m$  の変化は L P F 241 の作用で波形の立ち上がり立ち下がりがなまされたものとなり、モニタセル 1b のリアクタンス成分の影響でモニタセル電流  $I_m$  に過大な尖頭成分が現れるのを防止し、インピーダンスの検出精度を高めている。このインピーダンスは、図 7 に示すように、固体電解質層 111, 112 の温度状態を示しており、温度が高いほど小さくなる。固体電解質の活性温度域まで上昇すると、良好に酸素イオンが流れることになる。

#### 【0067】

ヒータ通電制御 (ステップ S 105) はヒータ制御手段としての処理であり、例えば、検出インピーダンスが目標インピーダンスの 75% になるまでは、駆動デューティを 100% に固定する固定デューティ制御を実行し、目標インピーダンスの 75% を越えると、P I 制御を実行し、目標インピーダンスに収束せしめる。

#### 【0068】

次にガスセンサ 1 の信号線の断線を検出する制御について説明する。

#### 【0069】

〈ポンプセル断線〉

図 8、図 9 はポンプセル 1a を検出対象とする断線検出処理を示すもので、ステップ S 301 では前記インピーダンス検出処理 (ステップ S 104) で検出されたインピーダンス  $Z_{AC}$  を予め設定した規定値と比較し、規定値以下か否かを判定する。ステップ S 301 は禁止手段としての処理である。インピーダンス  $Z_{AC}$  が規定値以上で否定判断されるとリターンに抜ける。肯定判断されると、ステップ S 302 に進み、ポンプセル断線検出を実行する。

#### 【0070】

ポンプセル断線検出処理 (ステップ S 302) では、先ずステップ S 401 で断線検出のタイミングか否かを判定する。肯定判断されるとステップ S 402 に



進み、否定判断されるとリターンに抜ける。ステップS401は、マイクロコンピュータ28の所定の制御周期ごとに肯定判断され、ステップS402以降の処理が実行される。

#### 【0071】

ステップS402は試験信号入力手段としての処理で、ポンプセル電圧 $V_p$ を強制変化する。ごく短時間、LPF231に入力するD/A1の指令電圧を直前の電圧値から正側に電圧をややシフトし、その状態から今度は前記直前電圧値よりも負側に僅かにシフトする。これにより、ポンプセル電圧 $V_p$ が直前の電圧値を中心に正負に振れる電圧変化を生じることになる。指令電圧の変化、すなわち、試験信号であるポンプセル電圧 $V_p$ の変化は、LPF231の作用で波形の立ち上がり立ち下がりがなまされたものとなる。

#### 【0072】

ステップS403は応答信号検出手段としての処理で、ポンプセル電圧 $V_p$ の強制変化に応答して流れる応答信号であるポンプセル電流 $I_p$ の変化 $\Delta I_p$ をインピーダンス検出処理（ステップS104）の場合と同様に取り込む。

#### 【0073】

ステップS404～S408は判定手段としての処理で、先ずステップS404では、検出されたポンプセル電流変化 $\Delta I_p$ を予め設定された規定値と比較し、規定値以下か否かを判定する。肯定判断されると、ステップS405に進み、ポンプセル断線カウンタを「1」インクリメントする。

#### 【0074】

ステップS404はポンプセルが断線していると肯定判断される。これを以下に説明する。ポンプセル1aには、図10に模式的に示すように、電極間に寄生容量が存在し、ポンプセル1aの等価回路は図11のように表せる。電極は個体電解質材を移動する酸素の量を確保するため、ある程度の広さをもっており、この寄生容量は比較的大きな値を示す。したがって、この寄生容量に基因したインピーダンス成分はごく小さい。したがって、ポンプセル電圧 $V_p$ の強制変化により、ポンプセル1aについて断線がなければ図12に示すように、前記等価回路のインピーダンスに応じた比較的大きな電流変化 $\Delta I_p$ が生じることになる。

## 【0075】

一方、ポンプセル 1 a の電極 121, 122 について断線があれば、断線部にけるインピーダンスの分、ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  は断線非発生時に比して減少するが、前記のごとく前記寄生容量に基因したインピーダンス成分がごく小さいため、減少幅は大きく、図 13 に示すように、ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  は実質的に生じない。

## 【0076】

したがって、ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  の規定値を、ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  が実質的に 0 であるとみなせる値に設定することで、ポンプセル 1 a の断線の有無を判定することができる。

## 【0077】

本発明では、ポンプセル電圧  $V_p$  をごく短時間に一時的に変化させているので、その交流成分が、ポンプセル 1 a の寄生容量で、大きなポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  を生じさせる。一体に設けられた他のセル 1 b, 1 c やヒータ 13 の干渉や接地電位の変動等があっても、これらに基因した電流変化は、ポンプセル電流  $I_p$  のレベルを緩やかに変動させる程度のものである。ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化に応答した電流変化  $\Delta I_p$  に比べれば僅少である。したがって、単に電流の有無をみるだけのものに比して、正確にポンプセル 1 a の断線の有無を判定することができる。また、このため、ポンプセル 1 a の寄生容量が、十分なポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  を生じさせるレベルに達すれば、固体電解質層 111, 112 が活性温度に到達するのを待たずに断線検出を行い得る。したがって、前記ステップ S301 におけるインピーダンスの規定値は必ずしも活性温度域に対応するインピーダンス値に設定する必要はなく、活性温度域に対応するインピーダンス値より高めに設定すればよい。また、ポンプセル電圧  $V_p$  の変化による交流成分を利用するため、LPF231 および後述するモニタセル 1 b の断線検出における LPF241 はスパイク性のノイズを除去して波形整形し、検出したい周波数のインピーダンスを考慮してカットオフ周波数を設定することになる。

## 【0078】

ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  が規定値以下で、ポンプセル断線カウンタがカウン

トアップされると（ステップ S 4 0 4, S 4 0 5）、ステップ S 4 0 6 でポンプセル断線カウンタのカウンタ値を予め設定した規定値と比較して、規定値に達しているか否かを判定し、否定判断されると、リターンに抜ける。肯定判断されると、ステップ S 4 0 7 でポンプセル 1 a が断線した旨を確定させる。例えば、ポンプセル断線を示すフラグをセットしリターンに抜ける。これにより、燃料噴射制御等の他の制御において、ガスセンサ 1 に異常が生じたことが知られることになる。ポンプセル断線カウンタの規定値は、例えば数回に設定され、ポンプセル断線の判定の確度を高めている。

#### 【0079】

なお、ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  が規定値以上でステップ S 4 0 4 が否定判断されると、ステップ S 4 0 8 でポンプセル断線カウンタをクリアしリターンに抜ける。したがって、ポンプセル断線カウンタのカウンタ値は、ポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  が規定値以下となる結果（ステップ S 4 0 4）が連続して現出した場合にのみカウンタアップし、突発的にポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  が規定値以下となることがあっても、これをポンプセル断線と誤判定することが回避される。

#### 【0080】

また、ポンプセル断線検出処理（ステップ S 3 0 2）はインピーダンスが規定値を下回ったときにのみ実行されるようにしている。すなわち、図 1 4 に示すように、固体電解質層 1 1 1, 1 1 2 の温度が低いと、インピーダンスが高く、前記寄生容量も小さいから、ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化に対して十分な大きさのポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  が得られず、断線時との差が明瞭ではない。また、S/N が十分ではない場合がある。そこで、ポンプセル断線検出処理（ステップ S 3 0 2）をインピーダンスが規定値を下回ったときにのみ実行されるようにすることで、ポンプセル断線の判定確度を高めている。

#### 【0081】

また、ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化（ステップ S 4 0 2）では電圧変化の時間をごく短時間に設定するのがよい。図 1 5 がごく短時間に設定した場合のポンプセル電圧  $V_p$ 、ポンプセル電流  $I_p$ 、モニタセル電流  $I_m$ 、センサセル電流  $I_s$  で、図 1 6 が電圧変化の時間を長めにとったものである。長めにとると、ガス

濃度検出処理（ステップ S102）のように、ポンプセル電流  $I_p$  に応じてポンプセル電圧  $V_p$  を調整したときのように、ポンプセル電圧  $V_p$  が静的に変化する傾向が現れる。このため、チャンバー 101, 102 内の酸素濃度が変化し、モニタセル電流  $I_m$ 、センサセル電流  $I_s$  が変動して、 $NO_x$  濃度の検出精度に影響する。これに対して、ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化をごく短時間のうちに行えば、実質的にチャンバー 101, 102 内の酸素濃度の変化は生じず、 $NO_x$  濃度の検出精度に影響することはない。

#### 【0082】

ここで、ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化に対して酸素濃度に変化が現れる応答時間はピンホール 106 と多孔質拡散層 116 の流通抵抗等に依存し、これらを考慮して、ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化の時間を設定するのがよい。

#### 【0083】

また、本実施形態では、ポンプセル電圧  $V_p$  の電圧変化を相前後して正負に切り換えるようにしており、正方向または負方向にのみ変化させる場合に比して、次の効果を有する。すなわち、図 17 に示すように、正方向または負方向（図例では負方向）にのみ変化させると、その電圧変化に伴ってポンプセル 1a の寄生容量に応じて充電された電荷の放電はポンプセル 1a を含む回路の時定数に応じたものとなり、放電中は、酸素濃度の検出信号であるポンプセル電流  $I_p$  に誤差が含まれることになる。

#### 【0084】

これに対して、本実施形態のポンプセル電圧  $V_p$  の電圧変化では、電圧を一方方向にシフトすると、電圧変化の直前の電圧値に対して最初にシフトした方向とは逆方向にシフトするようにしているから、最初の電圧シフトに起因した寄生容量の充電が次の逆方向の電圧シフトで速やかに解消され、速やかに正常なガス濃度の検出に復帰することができる。

#### 【0085】

勿論、ポンプセル電圧  $V_p$  の強制変化が一方向にのみ電圧をシフトするものであるものも、本発明の実施形態として排除するものではなく、要求される仕様によっては、採用することができる。

## 【0086】

なお、本実施形態ではポンプセル電圧  $V_p$  を強制変化させて、そのときのポンプセル電流変化  $\Delta I_p$  に基づいて断線の有無を判定しているが、ポンプセル電流  $I_p$  を強制変化させて、そのときのポンプセル電圧  $V_p$  の変化  $\Delta V_p$  に基づいて断線の有無を判定するようにしてもよい。前記図 9 に則して説明すると、ステップ S 402 でポンプセル電流  $I_p$  を強制変化させる。これは試験信号入力手段としての処理である。次いで、ステップ S 403 で、このポンプセル電流  $I_p$  の強制変化に応答して発生する、応答信号であるポンプセル電圧変化  $\Delta V_p$  を取り込む。ステップ S 404 では、ポンプセル電圧  $V_p$  を強制変化させる場合とは逆に、ポンプセル電圧変化  $\Delta V_p$  が規定値よりも大きいか否かを判定する。この規定値がポンプセル電圧を強制的に変化させる場合のものと異なるのは勿論である。ステップ S 404 が肯定判断されるのは、ポンプセル 1a が断線している場合である。すなわち、断線がなければ、検出されるポンプセル電圧変化  $\Delta V_p$  は、ポンプセル 1a における電圧降下分だけであり、前記のごとくポンプセル 1a の交流成分に対するインピーダンスが低いことから、図 18 のように、ポンプセル電圧変化  $\Delta V_p$  が低く抑えられる。

## 【0087】

一方、断線していると、断線部でのインピーダンスの分、電圧降下が大きなものとなるので、図 19 のようにポンプセル電圧変化  $\Delta V_p$  が大きなものとなる。前記ポンプセル 1a のインピーダンスは前記のごとく小さいから、断線時には、ポンプセル電圧変化  $\Delta V_p$  の、非断線時に対する上昇度合いは極めて大きなものとなる。

## 【0088】

これにより、他のセル 1b, 1c の干渉電流等の影響を受けることなく、ポンプセル 1a の断線の検出を正確になし得る。

## 【0089】

〈モニタセル断線検出〉

図 20、図 21 は、モニタセル 1b を検出対象とする断線検出処理を示すもので、ステップ S 501 ではヒータ 13 の通電時間（以下、適宜、ヒータ通電時間

という)を予め設定した規定値と比較し、規定値以上か否かを判定する。ヒータ通電時間は、ヒータ13の通電開始からの経過時間をカウントする温度状態検出手段であるタイマによりカウントする。ヒータ通電時間が規定値以下で否定判断されるとリターンに抜ける。肯定判断されると、ステップS502に進み、モニタセル断線検出を実行する。ステップS501は禁止手段としての処理である。

#### 【0090】

モニタセル断線検出処理(ステップS502)では、ポンプセル断線検出処理(ステップS302)と同様の処理がなされる。先ず、ステップS601で断線検出のタイミングが否かを判定する。肯定判断されるとステップS602に進み、否定判断されるとリターンに抜ける。ステップS601は、ポンプセル断線処理の場合と同様に、マイクロコンピュータ28の所定の制御周期ごとに肯定判断され、ステップS602以降の処理が実行される。

#### 【0091】

ステップS602は試験信号入力手段としての処理で、モニタセル電圧 $V_m$ を強制変化する。その際、I/O1からの制御信号でスイッチ245をオンし、抵抗器244が接続される。ごく短時間、D/A0の指令電圧を直前の電圧値から正側に僅かにシフトし、その状態から今度は前記直前電圧値よりも負側に僅かにシフトする。これにより、モニタセル電圧 $V_m$ が直前の電圧値を中心に正負に振れる電圧変化を生じることになる。

#### 【0092】

ステップS603は応答信号検出手段としての処理で、モニタセル電圧 $V_m$ の強制変化に応答して流れるモニタセル電流 $I_m$ の変化 $\Delta I_m$ を取り込む。ここでは、電圧変化開始後、所定の規定時間後のモニタセル電流変化 $\Delta I_m$ を検出する。規定時間については後述する。

#### 【0093】

ステップS604～S608は判定手段としての処理で、先ず、ステップS604では、検出されたモニタセル電流変化 $\Delta I_m$ を予め設定された規定値と比較し、規定値以下か否かを判定する。肯定判断されると、ステップS605に進み、モニタセル断線カウンタを「1」、インクリメントする。

## 【0094】

ステップ S604 はモニタセル 1b が断線していると肯定判断される。モニタセル 1b にはポンプセル 1a と同様に電極 123, 125 間に寄生容量が存在するが、ポンプセル 1a のように単純ではない。すなわち、モニタセル 1b は大気ダクト 105 に面した電極 125 がセンサセル 1c と共通であり、さらに、他方の電極 123 がセンサセル 1c の電極 124 とともに同じチャンバー 102 に面して近接して配置されている。このため、モニタセル 1b およびセンサセル 1c について、図 22 に模式的に示すように、モニタセル 1b の電極 123, 125 間の寄生容量  $C_M$  の他、センサセル 1c の電極 124, 125 間の寄生容量  $C_S$ 、および、チャンバー側モニタ電極 123 とチャンバー側センサ電極 124 との間の寄生容量（以下、適宜、センサーモニタ寄生容量という） $C_{SM}$  が存在する。したがって、モニタセル電圧  $V_m$  の強制変化により、モニタセル 1b に断線がなければ図 23 に示すように、前記寄生容量  $C_M$ 、 $C_S$ 、センサーモニタ寄生容量  $C_{SM}$  に応じたモニタセル電流変化  $\Delta I_m$  が生じることになる。これは、センサ寄生容量  $C_S$  およびセンサーモニタ寄生容量  $C_{SM}$  が、モニタ寄生容量  $C_M$  を増大させるので、その分、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  も大きな値が得られる。

## 【0095】

一方、モニタセル 1b に断線があれば、チャンバー側モニタ電極 123 側の信号線で断線が生じていた場合、大気側センサ／モニタ電極 125 側の信号線で断線が生じていた場合のそれぞれに応じて、図 24 に示すような挙動が生じる。すなわち、モニタセル電圧  $V_m$  は D/A0 の指令電圧を変化させて、これを LPF 241、オペアンプ 242、抵抗器 243 および抵抗器 244 を介してチャンバー側モニタ電極 123 に伝送することになるが、チャンバー側モニタ電極 123 側の信号線が断線の場合は、D/A0 の指令電圧を変化させても、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  は生じない。この場合には、前記規定値は、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  が 0 とみなせる上限値に設定すればよいことになる。

## 【0096】

一方、大気側センサ／モニタ電極 125 側の信号線で断線が生じていた場合には、チャンバー側モニタ電極 123 とチャンバー側センサ電極 124 とが容量結

合することで、モニタセル電流変化 $\Delta I_m$ が生じる。これは、センサーモニタ間寄生容量 $C_{SM}$ がモニタセル寄生容量 $C_M$ 等に比して容量が小さいことから、断線のない状態で検出されるモニタセル電流変化 $\Delta I_m$ よりも小さく、電流変化時間も短いものとなる。

#### 【0097】

したがって、前記規定時間のとり方により、モニタセル電流変化 $\Delta I_m$ の規定値が異なる。すなわち、図24のA点やC点でモニタセル電流変化 $\Delta I_m$ を求めるとすれば、モニタセル電流変化 $\Delta I_m$ にセンサーモニタ間寄生容量 $C_{SM}$ の影響が現れるので、前記上限値よりも大きな値に規定値を設定する必要がある。また、モニタセル電流変化 $\Delta I_m$ にセンサーモニタ間寄生容量 $C_{SM}$ の影響が現れないB点でモニタセル電流変化 $\Delta I_m$ を求めるとすれば、チャンバ側モニタ電極123断線時と同様、規定値は0とみなせる上限値となる。

#### 【0098】

なお、本発明では、モニタセル電圧 $V_m$ の強制変化に応答した電流変化 $\Delta I_m$ をみているので、ポンプセル1aの断線の場合と同様に、単に電流の有無をみるだけのものに比して、正確にモニタセル1bの断線の有無を判定することができる。

#### 【0099】

さて、モニタセル電流変化 $\Delta I_m$ が規定値以下で、モニタセル断線カウンタがカウントアップされると（ステップS604、S605）、ステップS606でモニタセル断線カウンタのカウント値を予め設定した規定値と比較して、規定値に達しているか否かを判定し、否定判断されると、リターンに抜ける。肯定判断されると、ステップS607でモニタセル1bが断線した旨を確定させる。この一連の処理は、ポンプセル1aの断線検出処理におけるステップS405～S407と実質的に同じであり、モニタセル断線について、確度の高い判定ができる。

#### 【0100】

なお、モニタセル電流変化 $\Delta I_m$ が規定値以下でステップS604が否定判断されると、ステップS608でモニタセル断線カウンタをクリアしリターンに抜



ける。したがって、ポンプセル 1 a の断線検出処理におけるステップ S 4 0 8 と同様に、突発的にモニタセル電流変化  $\Delta I_m$  が規定値以下となることがあっても、これをモニタセル 1 b の断線と誤判定することが回避される。

#### 【0101】

また、モニタセル断線検出処理（ステップ S 5 0 2）はヒータ通電時間が規定値を越えたときにのみ実行されるようにしている。すなわち、図 2 5 に示すように、ヒータ通電時間に応じて固体電解質層 1 1 1, 1 1 2 の温度が上昇してインピーダンスが低くなり、前記寄生容量  $C_M$ ,  $C_S$ ,  $C_{SM}$  も大きくなっていくから、ヒータ通電時間が短い間は寄生容量  $C_M$ ,  $C_S$ ,  $C_{SM}$  も小さく、モニタセル電圧  $V_m$  の強制変化に対して十分な大きさの電流変化  $\Delta I_m$  が得られず、断線時との差が明瞭ではない。また、 $S/N$  が十分ではない場合がある。そこで、モニタセル断線検出処理（ステップ S 5 0 2）をヒータ通電時間が規定値を越えたときにのみ実行されるようにすることで、モニタセル 1 b の断線の判定確度を高めている。

#### 【0102】

なお、本実施形態ではモニタセル断線検出処理（ステップ S 5 0 2）を実行するか否かをヒータ通電時間により判定しているが、正確にはヒータ 1 3 に投入された総投入電力量により判定するのがよい。これには、例えば、断線検出タイミングになる（S 6 0 1）ごとに電力を検出するとともに検出電力を積算して積算値を投入電力量とする。あるいは、電源投入時にヒータ 1 3 の電源であるバッテリー 2 6 の電圧を検出し、検出電圧に前記ヒータ通電時間を乗じたものにより、固体電解質層 1 1 1, 1 1 2 の昇温が進んだか否か、すなわちモニタセル断線検出処理（ステップ S 5 0 2）を実行すべき時期か否かを判定するようにしてもよい。これらの他、ヒータ 1 3 への投入電力量に応じて単調増加するものであれば、モニタセル断線検出処理（ステップ S 5 0 2）の実行条件となるパラメータとして得る。

#### 【0103】

また、検出対象であるモニタセル 1 b 以外のセルについて、S 2 0 1～S 2 0 3 のごときインピーダンス検出処理を実行して固体電解質層 1 1 1, 1 1 2 の温

度状態を検出するものも、本発明の実施形態として排除するものではないが、例えばセンサセル 1c についてインピーダンスを検出しようとする、センサセル電圧を変化させるための回路が、モニタセル 1b 等のように必要になり、構成は複雑化し、また、制御負担が大きくなるので、本実施形態のものが実用的である。

#### 【0104】

なお、本実施形態では、モニタセル 1b の断線の有無のみを判定しているが、モニタセル 1b の電極 123, 125 のうち、いずれの信号線が断線しているかを区別することもできる。すなわち、前掲図 24 において、A 点や C 点でモニタセル電流変化  $\Delta I_m$  をサンプリングすると、断線時のモニタセル電流変化  $\Delta I_m$  でも、チャンバー側モニタ電極 123 が断線したときと、大気側センサ／モニタ電極 125 が断線したときとで、大きさが異なるから、大小 2 種類の規定値を設定し、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  が小さい方の規定値以下であれば、チャンバー側モニタ電極 123 が断線と判じ、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  が小さい方の規定値以上で大きい方の規定値以下であれば、大気側センサ／モニタ電極 125 が断線と判じるようにする。

#### 【0105】

なお、図 24 において、A 点と C 点とでモニタセル電流変化  $\Delta I_m$  が異なるのは、後の C 点の方がモニタセル電圧  $V_m$  の電圧変化  $\Delta V_m$  の幅が大きいためである。

#### 【0106】

また、モニタセル電流変化  $\Delta I_m$  で断線の有無を判じるのではなく、モニタセル電圧変化  $\Delta V_m$  をモニタセル電流変化  $\Delta I_m$  で除したインピーダンスにより、断線の有無を判じてもよい。インピーダンスが規定値以上の場合に、断線と判じることになる。この場合、インピーダンスはインピーダンス検出処理（ステップ S104）のものが用いられ得る。勿論、アドミタンスにより判じてもよい。

#### 【0107】

また、ポンプセル断線検出のところで説明したように、セルに流す電流を強制的に変化させて電圧の変化をみてもよい。すなわち、モニタセル電流  $I_m$  を強制

的に変化させてそのときのモニタセル電圧変化 $\Delta V_m$ に基づいて断線の有無を判定するようにしてもよい。前記図 21 に則して説明すると、ステップ S 602 でモニタセル電流  $I_m$  を強制変化させる。これは試験信号入力手段としての処理である。次いで、ステップ S 603 で、このモニタセル電流  $I_m$  の強制変化に応答して発生する、応答信号であるモニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  を取り込む。ステップ S 604 では、モニタセル電圧  $V_m$  を強制変化させる場合とは逆に、モニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  が規定値よりも大きいかな否かを判定する。ステップ S 604 が肯定判断されるのは、モニタセル 1b が断線している場合である。すなわち、断線がなければ、検出されるモニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  は、モニタセル 1b における電圧降下分だけであり、前記のごとくモニタセル 1b の交流成分に対するインピーダンスが低いことから、図 26 のように、モニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  が低く抑えられる。

#### 【0108】

一方、断線していると、断線部でのインピーダンスの分、電圧降下が大きなものとなるので、図 27 のようにモニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  が大きなものとなる。前記モニタセル 1b のインピーダンスは前記のごとく小さいから、断線時には、モニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  の、非断線時に対する上昇度合いは極めて大きなものとなる。なお、チャンバ側モニタ電極 123 の断線時と、大気側センサ／モニタ電極 125 の断線時とで、寄生容量 CSM の影響でモニタセル電圧変化 $\Delta V_m$  が異なる。

#### 【0109】

これにより、他のセル 1a, 1c の干渉電流等の影響を受けることなく、モニタセル 1b の断線の検出を正確になし得る。

#### 【0110】

##### 〈センサセル断線検出〉

図 28、図 29 はセンサセル 1c を検出対象とする断線検出処理を示すもので、ステップ S 701 では、ポンプセル断線検出の場合（ステップ S 301）と同様に前記インピーダンス検出処理（ステップ S 104）で検出されたインピーダンス  $Z_{AC}$  を予め設定した規定値と比較し、規定値以上であればリターンに抜け、

規定値以下であればステップ S 702 に進む。ステップ S 702 では、センサセル電流  $I_s$  が規定値以下か否かを判定し、否定判断されるとリターンに抜け、肯定判断されると、ステップ S 703 でセンサセル断線検出を実行する。なお、ステップ S 702 は、センサセル電流  $I_s$  が余り大きいと後述する断線検出を実行とした時の電流変化（図 30 参照）が、A/D 入力のダイナミックレンジを外れてしまうため、かかる状況での断線検出を排除する趣旨である。

#### 【0111】

センサセル断線検出処理（ステップ S 703）では、先ず、ステップ S 801 で断線検出のタイミングか否かを判定する。肯定判断されるとステップ S 802 に進み、否定判断されるとリターンに抜ける。ステップ S 801 は、ポンプセル断線検出処理の場合と同様に、マイクロコンピュータ 28 の所定の制御周期ごとに肯定判断され、ステップ S 802 以降の処理が実行される。

#### 【0112】

ステップ S 802 は試験信号入力手段としての処理で、モニタセル電圧  $V_m$  を強制変化する。これはモニタセル断線検出処理（ステップ S 602）の場合と同様に D/A 0 で指令電圧を変化させることでなされる。

#### 【0113】

ステップ S 803 は応答信号検出手段としての処理で、モニタセル電圧  $V_m$  の強制変化開始後、所定の規定時間経過後のセンサセル電流変化  $\Delta I_s$  を検出する。規定時間については後述する。

#### 【0114】

ステップ S 804～S 808 は判定手段としての処理で、先ず、ステップ S 804 では、検出されたセンサセル電流変化  $\Delta I_s$  を予め設定された規定値と比較し、規定値以下か否かを判定する。肯定判断されると、ステップ S 805 に進み、センサセル断線カウンタを「1」インクリメントする。

#### 【0115】

ステップ S 804 はセンサセル 1c がチャンバー側センサ電極 124 に対応した信号線で断線していると肯定判断される。センサセル 1c とモニタセル 1b とは同じチャンバー 102 に面して電極 123, 124 が設けられているため、モ

ニタセル電圧  $V_m$  の強制変化により、チャンバー 102 内の酸素の汲み出し又は汲み込み能力が変化すると、これがセンサセル 1c に影響する。すなわちチャンバー 102 内の酸素濃度が変化することで、センサセル 1c に断線がなければ、図 30 に示すように、直前のセンサセル電流  $I_s$  に対して電流変化  $\Delta I_s$  が生じる。

#### 【0116】

一方、センサセル 1c に断線があれば、図 31 に示すように、センサセル電流変化  $\Delta I_s$  は生じない。この場合、センサセル 1c の大気ダクト 105 に面した電極 125 はモニタセル 1b と共通であるから、電極 125 について断線なしと判断されていれば、断線が生じているのは、チャンバ側センサ電極 124 ということになる。

#### 【0117】

センサセル電流変化  $\Delta I_s$  が規定値以下で、センサセル断線カウンタがカウントアップされると（ステップ S804, S805）、ステップ S806 でセンサセル断線カウンタのカウント値を予め設定した規定値と比較して、規定値に達しているか否かを判定し、否定判断されると、リターンに抜ける。肯定判断されると、ステップ S807 でセンサセル 1c が断線した旨を確定させる。この一連の処理は、ポンプセル 1a の断線検出処理におけるステップ S405～S407 と実質的に同じであり、センサセル 1c の断線について、確度の高い判定ができる。

#### 【0118】

なお、センサセル電流変化  $\Delta I_s$  が規定値以上でステップ S804 が否定判断されると、ステップ S808 でセンサセル断線カウンタをクリアしリターンに抜ける。したがって、センサセル断線カウンタのカウント値は、ポンプセル 1a の断線検出処理におけるステップ S408 と同様に、突発的にセンサセル電流変化  $\Delta I_s$  が規定値以下となることがあっても、これをセンサセル断線と誤判定することが回避される。

#### 【0119】

また、センサセル断線検出処理（ステップ S703）はインピーダンスが規定

値を下回ったときを条件としているので、ポンプセル断線検出処理の場合（ステップ S 3 0 1）と同様に、インピーダンスが低く、十分な大きさのセンサセル電流変化  $\Delta I_s$  が得られるときにのみ実行され、センサセル 1 c の断線の判定確度が高められる。

#### 【0 1 2 0】

センサセル 1 c の断線は、このように検出されるようになっている。センサセル電圧  $V_s$  は強制変化させる必要がない。また、モニタセル電圧  $V_m$  はモニタセル 1 b の断線検出処理（ステップ S 5 0 2）やインピーダンス検出処理（ステップ S 1 0 4）のときに、ステップ S 8 0 2 と同様に強制変化させられる（ステップ S 6 0 2, S 2 0 1）ので、試験信号入力手段がこれらの処理と兼用となる。これにより構成が簡単となる。

#### 【0 1 2 1】

なお、モニタセル電圧強制変化の時間が余り長ければチャンバー 1 0 2 内の酸素濃度変化が大きくなり、それだけ大きなセンサセル電流変化  $\Delta I_s$  が生じることになるが、酸素濃度が元に復するまでに要する時間  $\Delta T$  が長くなり、正常な  $NO_x$  濃度の検出ができなくなる時間が長引くため、断線の有無を正確に判定し得るセンサセル電流変化  $\Delta I_s$  が得られる範囲内で、可及的にモニタセル電圧強制変化の期間の長さは短くするのが望ましい。

#### 【0 1 2 2】

また、モニタセル電圧  $V_m$  の電圧変化  $\Delta V_m$  の時間が逆に短い場合でも、モニタセル 1 b とセンサセル 1 c との間の寄生容量  $C_{SM}$  により、図 3 0 に示すようにセンサセル電流  $I_s$  の電流変化  $\Delta I_s$  が生じるので、これを利用して、断線検出を行うのもよい。

#### 【0 1 2 3】

また、モニタセル断線検出のところで、セルに流す電流を強制的に変化させて電圧の変化をみることにより断線検出を行うことを説明したが、モニタセル電流  $I_m$  の強制的な変化を利用して、センサセル断線検出を行うこともできる。前記図 2 9 に則して説明すると、ステップ S 8 0 2 でモニタセル電流  $I_m$  を強制変化させる。これは試験信号入力手段としての処理である。ステップ S 8 0 3 以降は

同じである。すなわち、モニタセル電流  $I_m$  を強制変化させることで、チャンバー 102 内の酸素濃度が変わり、センサセル電流  $I_s$  が変化するから、この大きさを二値判断する。

#### 【0124】

また、本実施形態では、ポンプセル 1a、モニタセル 1b のそれぞれの、電流検出と、電圧変化とを同じ電極 121, 123 側で行っているが、図 32 に示すように、電流検出側のオペアンプには基準電圧源を接続し、他方のオペアンプには電圧変化手段を接続するのもよい。

#### 【0125】

なお、本実施形態では、ポンプセル電圧  $V_p$  をポンプセル電流  $I_p$  に基づいて印加電圧マップにしたがって設定する図 33 に示す制御方式をとっているが、図 34 に示すように、モニタセル電流  $I_m$  に基づいて、モニタセル電流  $I_m$  が所定値をとるようにポンプセル電圧  $V_p$  をフィードバック制御するものにも本発明は適用することができる。

#### 【0126】

また、センサ構造についても図例のものに限られない。図 35 は本発明を適用し得るガスセンサの別の例を示すもので、このガスセンサ 1A は、ジルコニア等の固体電解質材である固体電解質層 151, 152, 153、多孔質アルミナ等の絶縁材料からなる律速層 154、アルミナ等の絶縁材料からなる絶縁層やジルコニア等で構成される層 155 等が板厚方向に積層する積層構造を有し、面方向に細長の全体形状が与えられている。

#### 【0127】

固体電解質層 152 および律速層 154 は固体電解質層 151 と固体電解質層 153 とで挟まれた同じ層を形成しており、ガスセンサの先端側に律速層 154 が位置し、基端側に固体電解質層 152 が位置する。固体電解質層 152 および律速層 154 は、一部が板厚方向に打ち抜かれており、固体電解質層 151, 152 の間に、ガスセンサ 1A の長手方向に配置された 2 つのチャンバー 141, 142 が形成される。律速層 154 は、ガスセンサの先端側で第 1 のチャンバー 141 にガスセンサ 1A 外部の被測定ガスを導入するとともに、第 1 のチャンバ

ー 141 と第 2 のチャンバー 142 との境界部で両チャンバー 141, 142 を連通せしめている。

#### 【0128】

固体電解質層 153 を挟んでチャンバー 141, 142 と反対側には固体電解質層 153 をダクト壁の一部とする大気ダクト 143 が形成されている。大気ダクト 143 は先端側が固体電解質層 153 を挟んで第 1 チャンバー 141 と対向する位置まで伸び、ガスセンサ 1A の基端で大気開放している。ガスセンサ 1A が内燃機関に適用される場合には、ガスセンサ 1A がこれを保持するホルダ部材等とともに排気管の管壁を貫通して設けられて、大気ダクト 143 が排気管外部と連通する。

#### 【0129】

第 1 チャンバー 141 位置で固体電解質層 151 の上下面には固体電解質層 151 を挟んで対向する 1 対の電極 161, 162 が形成されており、固体電解質層 151 と電極 161, 162 とでポンプセル 1d が構成される。ポンプセル 1d を構成する電極 161, 162 のうち、チャンバー 141 に面した電極 161 は  $\text{NO}_x$  の分解（還元）に不活性な Au-Pt 等の貴金属により構成されている。

#### 【0130】

また、第 1 チャンバー 141 および大気ダクト 143 位置で固体電解質層 153 の上下面には固体電解質層 153 を挟んで対向する 1 対の電極 163, 165 が形成されており、固体電解質層 153 と電極 163, 165 とでモニタセル 1e が構成される。モニタセル 1e を構成する電極 163, 165 のうち、チャンバー 141 に面した電極 163 は  $\text{NO}_x$  の分解（還元）に不活性な Au-Pt 等の貴金属により構成されている。なお、大気ダクト 143 に面した電極 165 は第 2 チャンバー 142 位置まで伸びる、電極 163 よりも長い電極であり、後述するセンサセル 1f、別のポンプセル 1g と共通の電極となっている。

#### 【0131】

第 2 チャンバー 142 位置で固体電解質層 153 の上下面には、固体電解質層 153 を挟んで対向する 1 対の電極 164, 165 が形成されている。固体電解



質層 153 と電極 164, 165 とでセンサセル 1f が構成される。

【0132】

また、第2チャンバー 142 に面して固体電解質層 151 には、電極 166 が形成されており、固体電解質層 151 ~ 153 と電極 166, 165 とで別のポンプセル 1g が構成される。この別のポンプセル 1g はセンサセル 1f と同様に、一方の電極 166 が第2チャンバー 142 に面し、他方の電極 165 が大気ダクト 143 に面した構造となっている。

【0133】

第2チャンバー 142 に面した電極 164, 166 のうち、センサセル 1f の電極 164 は  $\text{NO}_x$  の分解（還元）に活性な Pt 等の貴金属により構成され、別のポンプセル 1g の電極 166 が  $\text{NO}_x$  の分解（還元）に不活性な Au-Pt 等の貴金属により構成される。

【0134】

また、固体電解質層 153 とともに大気ダクト 143 のダクト壁をなす層 155 には、Pt 等の線パターンが埋設されて、ガスセンサ 1A 全体を加熱するヒータ 17 としてある。ヒータ 17 は通電によりジュール熱を発生する電気式のものである。

【0135】

このガスセンサ 1A では、モニタセル 1e で発生する起電圧に基づいて、該起電圧が基準電圧となるように、すなわち、第1チャンバー 141 内の酸素濃度が一定かつ低濃度となるように、ポンプセル 1d の印加電圧がフィードバック制御され、第1チャンバー 141 内の酸素が排出される。第1チャンバー 141 と連通する第2チャンバー 142 内の酸素も同程度に排出される。

【0136】

そして、第2チャンバー 142 内に残った酸素が別のポンプセル 1g により排出される。センサセル 1f には、第2チャンバー 142 に面した電極 164 における  $\text{NO}_x$  の分解に基因した電流が流れる。この電流は第2チャンバー 142 内の  $\text{NO}_x$  の濃度に応じたものとなる。

【0137】

かかる構造のガスセンサ 1 A においても、セルの電極間に電圧変化を与えて電極間の寄生容量に応じた電流変化を生じさせることで、セルの断線を他のセル等の影響をうけることなく検出することができる。

#### 【0138】

あるいは、図 36 に示すガスセンサにも適用することができる。ガスセンサ 1 B は、電極の構成以外は図 35 のものと同じである。電極は、図 35 の電極 163 を省略した構成となっている。そして、固体電解質層 151 とこれを挟む電極 161, 162 とにより第 1 のポンプセル 1 d が構成され、固体電解質層 151 ~ 153 と電極 161, 165 とにより第 1 のモニタセル 1 h が構成される。第 1 のモニタセル 1 h で発生する起電圧に基づいて、該起電圧が基準電圧となるように、すなわち、第 1 チャンバー 141 内の酸素濃度が一定かつ低濃度となるように、第 1 ポンプセル 1 d の電極 161, 162 間への印加電圧がフィードバック制御され、第 1 チャンバー 141 内の酸素が排出される。

#### 【0139】

また、固体電解質層 151 とこれを挟む電極 166, 162 とにより第 2 のポンプセル 1 i が構成され、固体電解質層 151 ~ 153 と電極 166, 165 とにより第 2 のモニタセル 1 j が構成される。第 2 のモニタセル 1 j で発生する起電圧に基づいて、該起電圧が基準電圧となるように、すなわち、第 2 チャンバー 142 内の酸素濃度が一定かつ低濃度となるように、第 2 ポンプセル 1 i の電極 166, 162 間への印加電圧がフィードバック制御され、第 2 チャンバー 142 内の酸素が排出される。

#### 【0140】

固体電解質層 153 とこれを挟む電極 164, 165 とによりセンサセル 1 f が構成され、第 2 チャンバー 142 に面した電極 164 における  $\text{NO}_x$  の分解に基因した電流が流れる。この電流は第 2 チャンバー 142 内の  $\text{NO}_x$  の濃度に応じたものとなる。

#### 【0141】

かかる構造のガスセンサ 1 B においても、セルの電極間に電圧変化を与えて電極間の寄生容量に応じた電流変化を生じさせることで、セルの断線を他のセル等

の影響をうけることなく検出することができる。

【0142】

また、セルの電極間に印加する電圧を変化させているが、信号線に流す電流を変化させてもよい。

【0143】

また、断線検出は必ずしも周期的に実行するのではなく、セルが制御不能になった場合や、検出ガス濃度が供される燃料噴射制御等において異常な挙動を呈した場合等に、実行するのでもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のガスセンサの異常検出装置を適用したガス濃度検出装置の構成図である。

【図2】

前記ガスセンサの要部断面図である。

【図3】

図2におけるⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠ線に沿う断面図である。

【図4】

図2におけるⅠⅤ-ⅠⅤ線に沿う断面図である。

【図5】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガス濃度検出の制御内容を示す第1のフローチャートである。

【図6】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガス濃度検出の制御内容を示す第2のフローチャートである。

【図7】

前記ガス濃度検出の制御内容を説明するグラフである。

【図8】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガスセンサの異常検出の制御内容を示す第1のフローチャートである。

**【図 9】**

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガスセンサの異常検出の制御内容を示す第 2 のフローチャートである。

**【図 1 0】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 1 のセルの図である。

**【図 1 1】**

前記ガスセンサを構成するセルの等価回路図である。

**【図 1 2】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 1 のタイミングチャートである。

**【図 1 3】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 2 のタイミングチャートである。

**【図 1 4】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 1 のグラフである。

**【図 1 5】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 3 のタイミングチャートである。

**【図 1 6】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 4 のタイミングチャートである。

**【図 1 7】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 5 のタイミングチャートである。

**【図 1 8】**

前記ガスセンサの異常検出の変形例の制御内容を説明する第 1 のタイミングチャートである。

**【図 1 9】**

前記ガスセンサの異常検出の変形例の制御内容を説明する第 2 のタイミングチ

ャートである。

【図 20】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガスセンサの異常検出の制御内容を示す第3のフローチャートである。

【図 21】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガスセンサの異常検出の制御内容を示す第4のフローチャートである。

【図 22】

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第2のセルの図である。

【図 23】

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第6のタイミングチャートである。

【図 24】

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第7のタイミングチャートである。

【図 25】

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第2のグラフである。

【図 26】

前記ガスセンサの異常検出の別の変形例の制御内容を説明する第1のタイミングチャートである。

【図 27】

前記ガスセンサの異常検出の別の変形例の制御内容を説明する第2のタイミングチャートである。

【図 28】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガスセンサの異常検出の制御内容を示す第5のフローチャートである。

【図 29】

前記ガス濃度検出装置を構成するマイクロコンピュータで実行されるガスセンサの異常検出の制御内容を示す第6のフローチャートである。

**【図 30】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 8 のタイミングチャートである。

**【図 31】**

前記ガスセンサの異常検出の制御内容を説明する第 9 のタイミングチャートである。

**【図 32】**

前記ガス濃度検出装置の変形例を示す要部の構成図である。

**【図 33】**

図 1 のガス濃度検出装置におけるガスセンサの断面、および該ガスセンサの制御方式を示す図である。

**【図 34】**

図 1 のガス濃度検出装置におけるガスセンサの断面、および該ガスセンサの制御方式の変形例を示す図である。

**【図 35】**

前記ガスセンサの変形例の断面、および該ガスセンサの制御方式を示す図である。

**【図 36】**

前記ガスセンサの別の変形例の断面、および該ガスセンサの制御方式を示す図である。

**【符号の説明】**

1, 1A, 1B ガスセンサ

1a, 1d, 1g, 1i ポンプセル

1b, 1h, 1j モニタセル

1c, 1f センサセル

13, 17 ヒータ

101, 102, 104, 105 チャンバー

111, 112, 151, 152, 153 固体電解質層（固体電解質材）

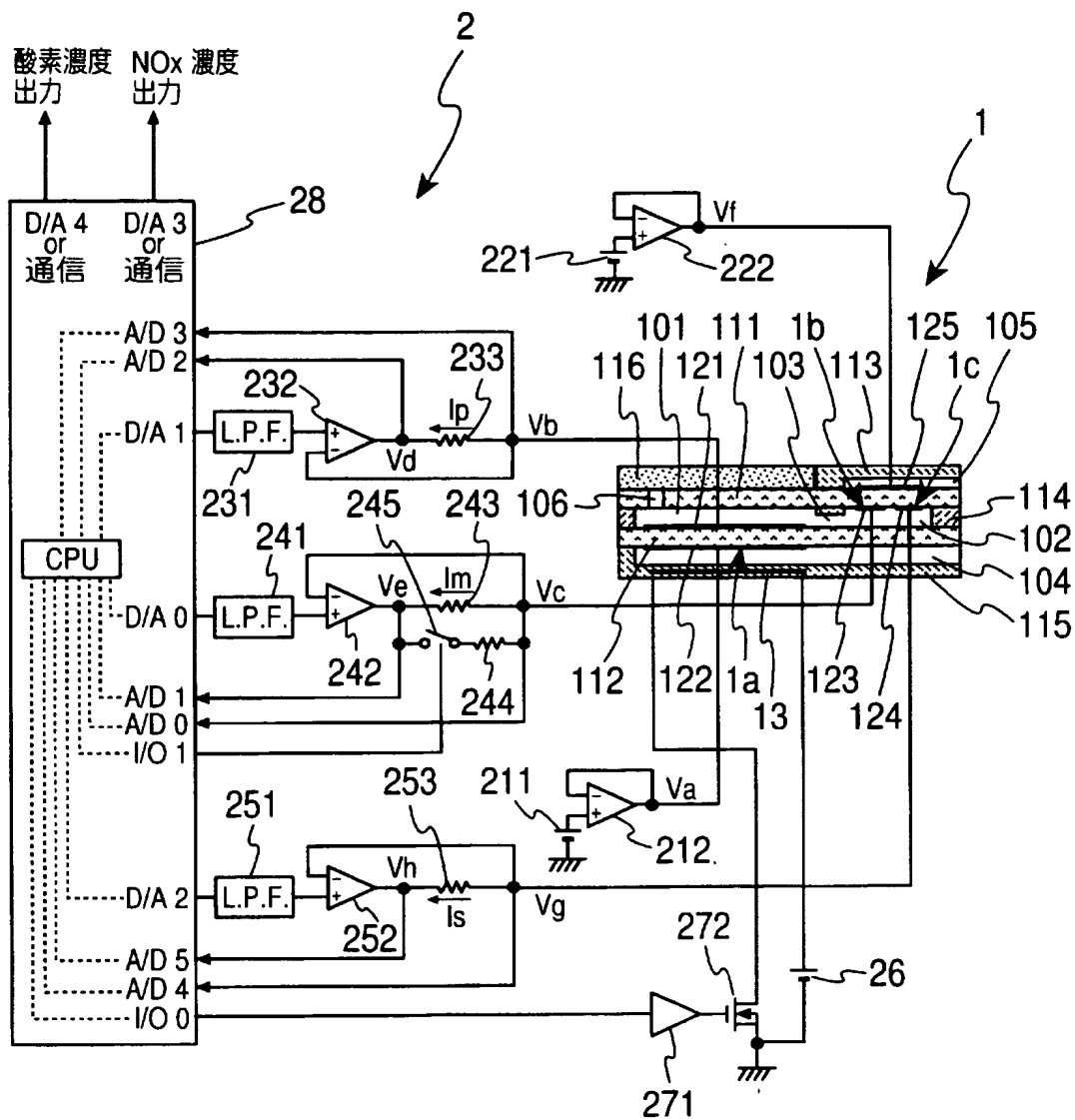
121, 122, 123, 124, 125, 161, 162, 163, 164

， 1 6 5， 1 6 6 電極

2 8 マイクロコンピュータ（試験信号入力手段、応答信号検出手段、判定手段、インピーダンス算出手段、ヒータ制御手段、温度状態検出手段、禁止手段）

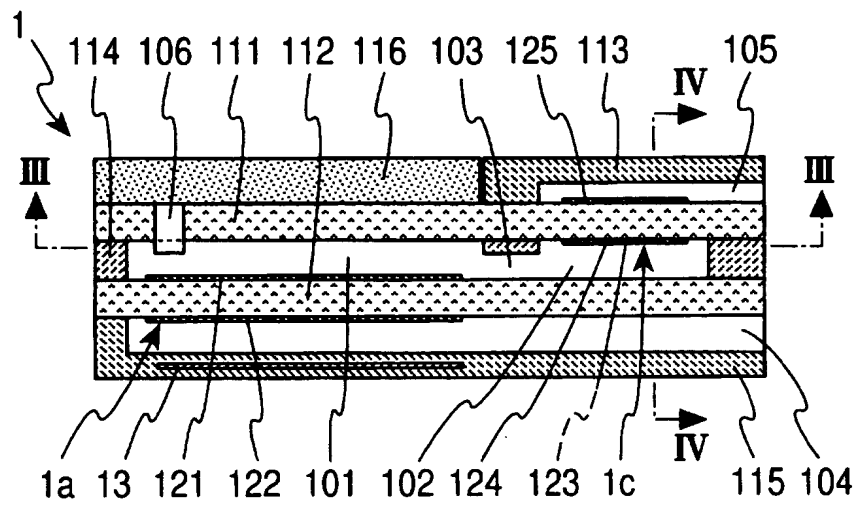
【書類名】 図面

【図 1】

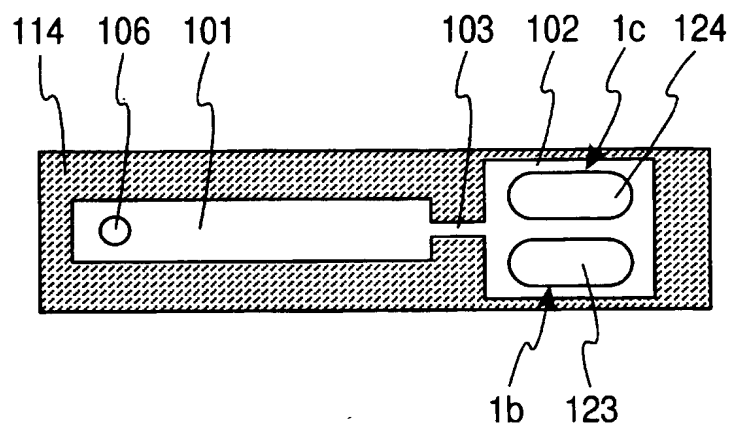




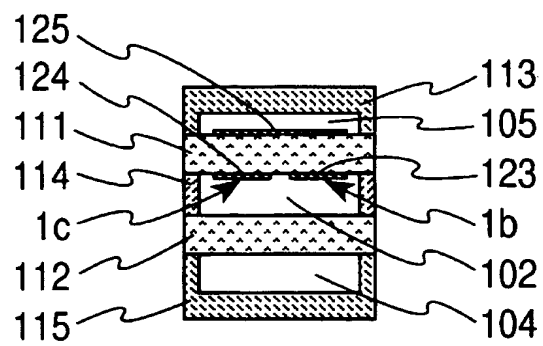
【図 2】



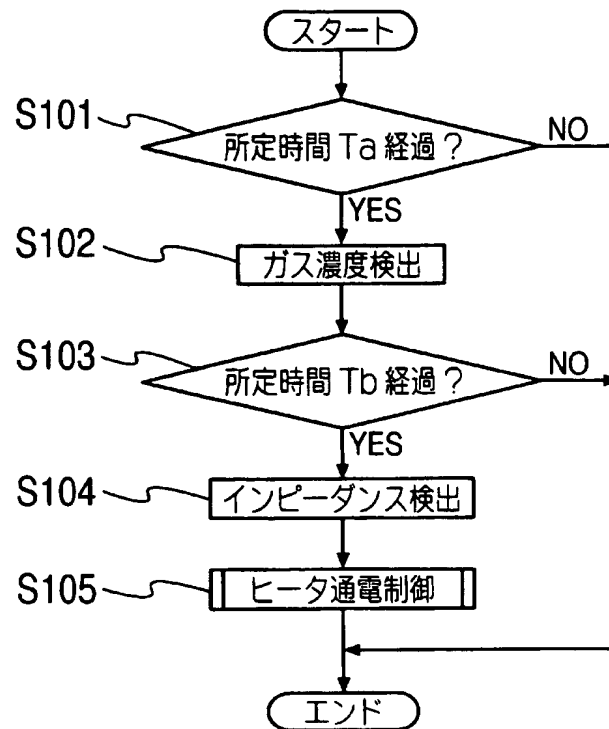
【図 3】



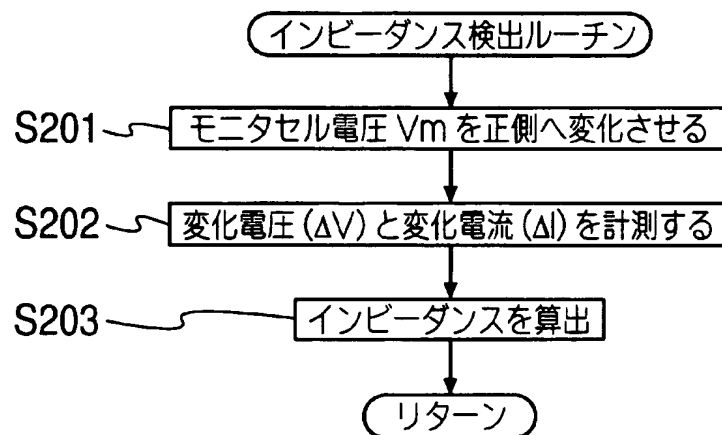
【図 4】



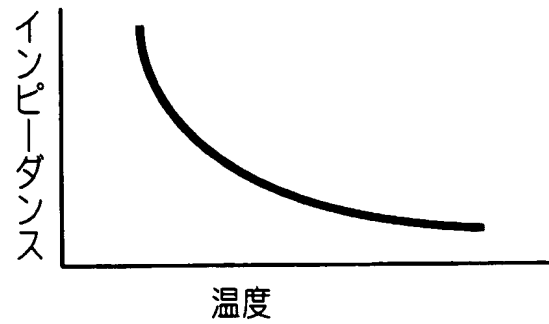
【図 5】



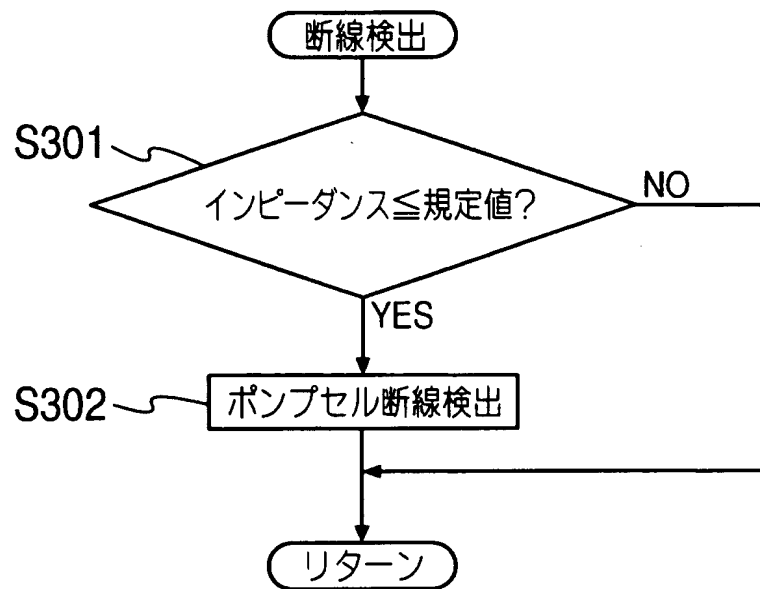
【図 6】



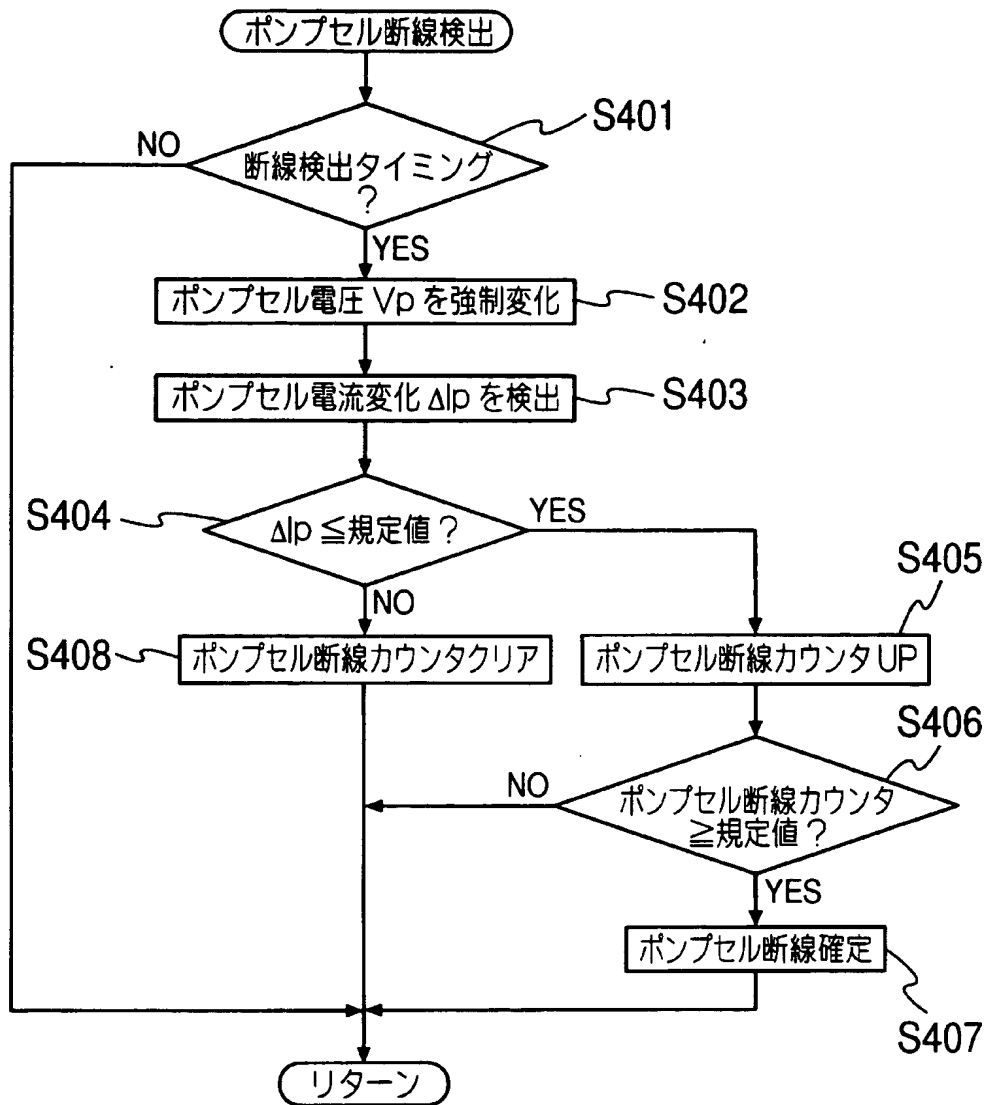
【図 7】



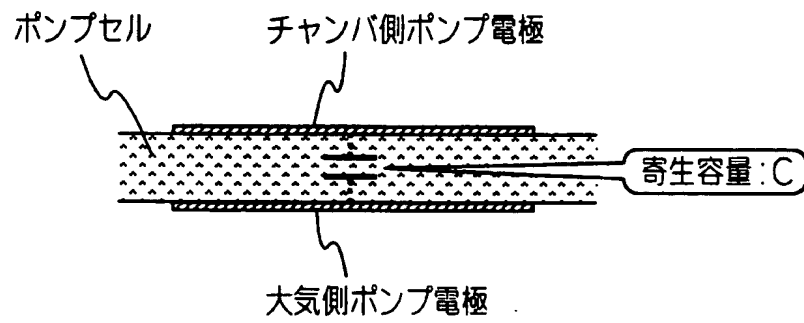
【図 8】



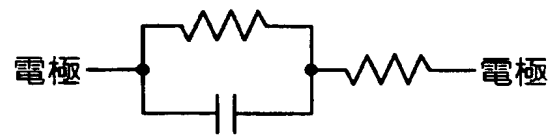
【図 9】



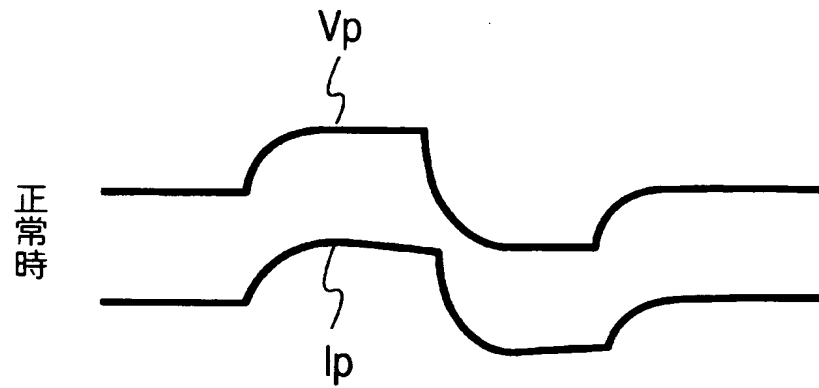
【図 10】



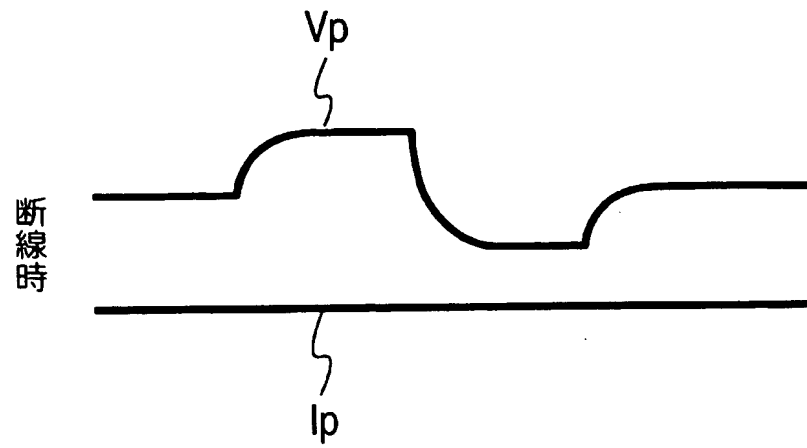
【図 11】



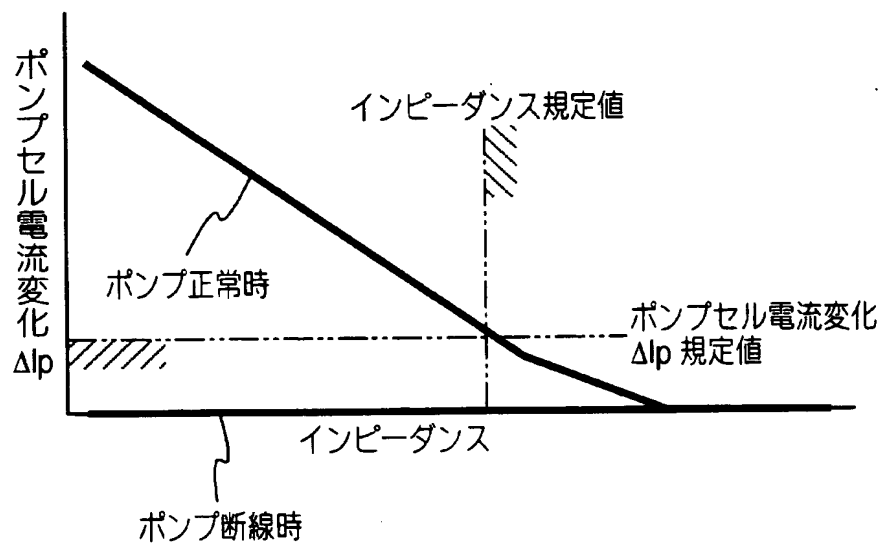
【図 12】



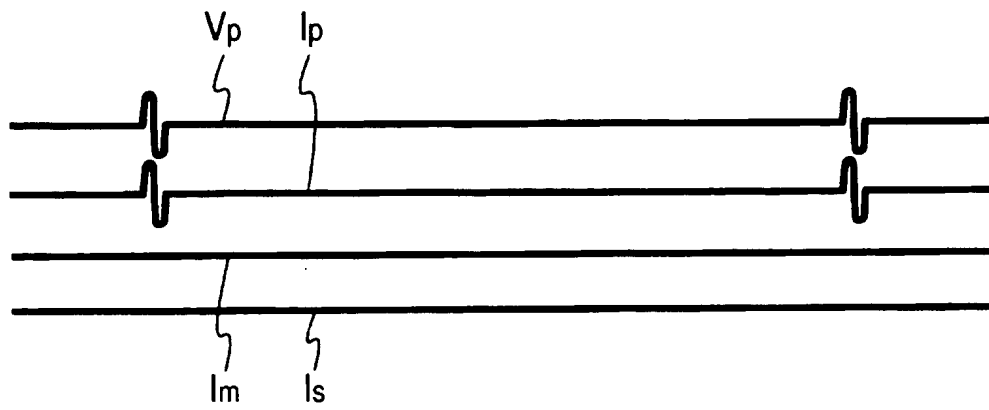
【図 13】



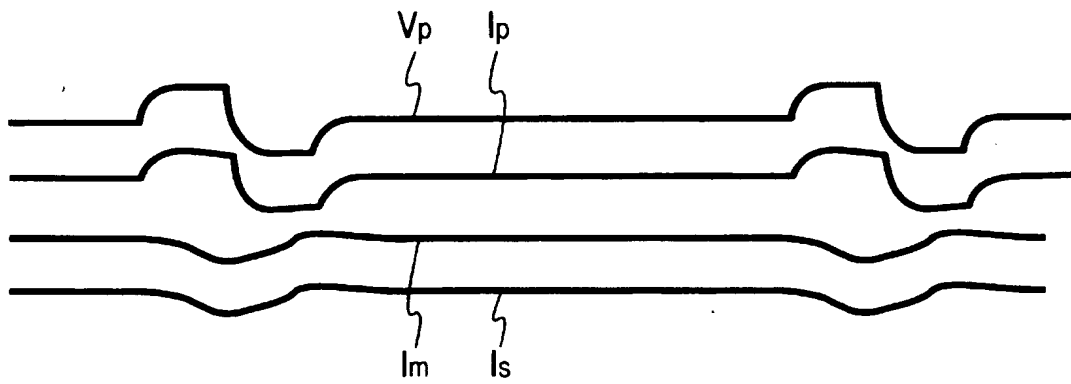
【図 14】



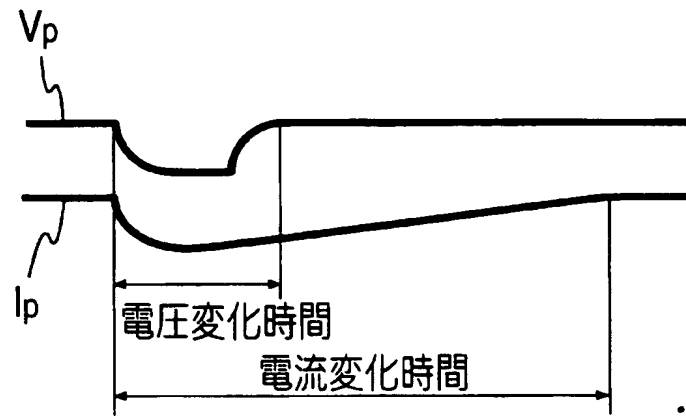
【図 15】



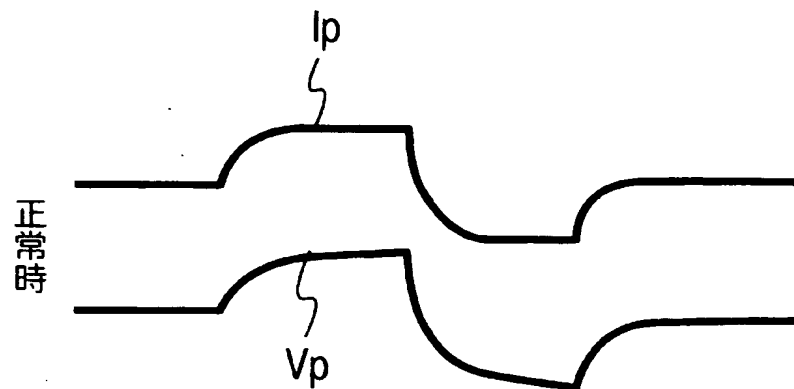
【図 16】



【図 17】

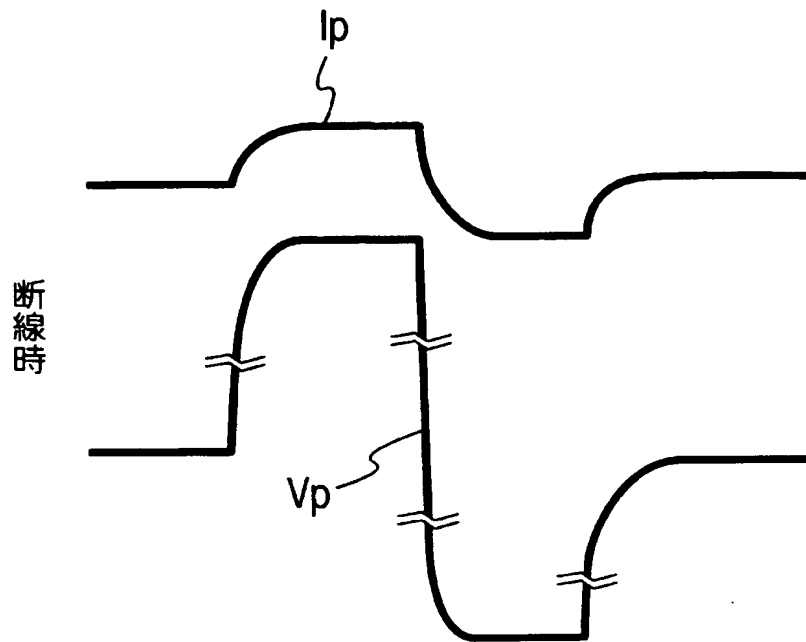


【図 18】

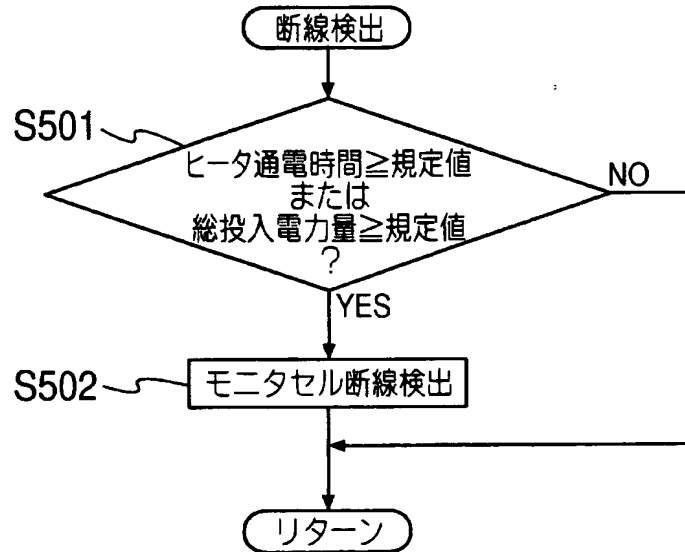




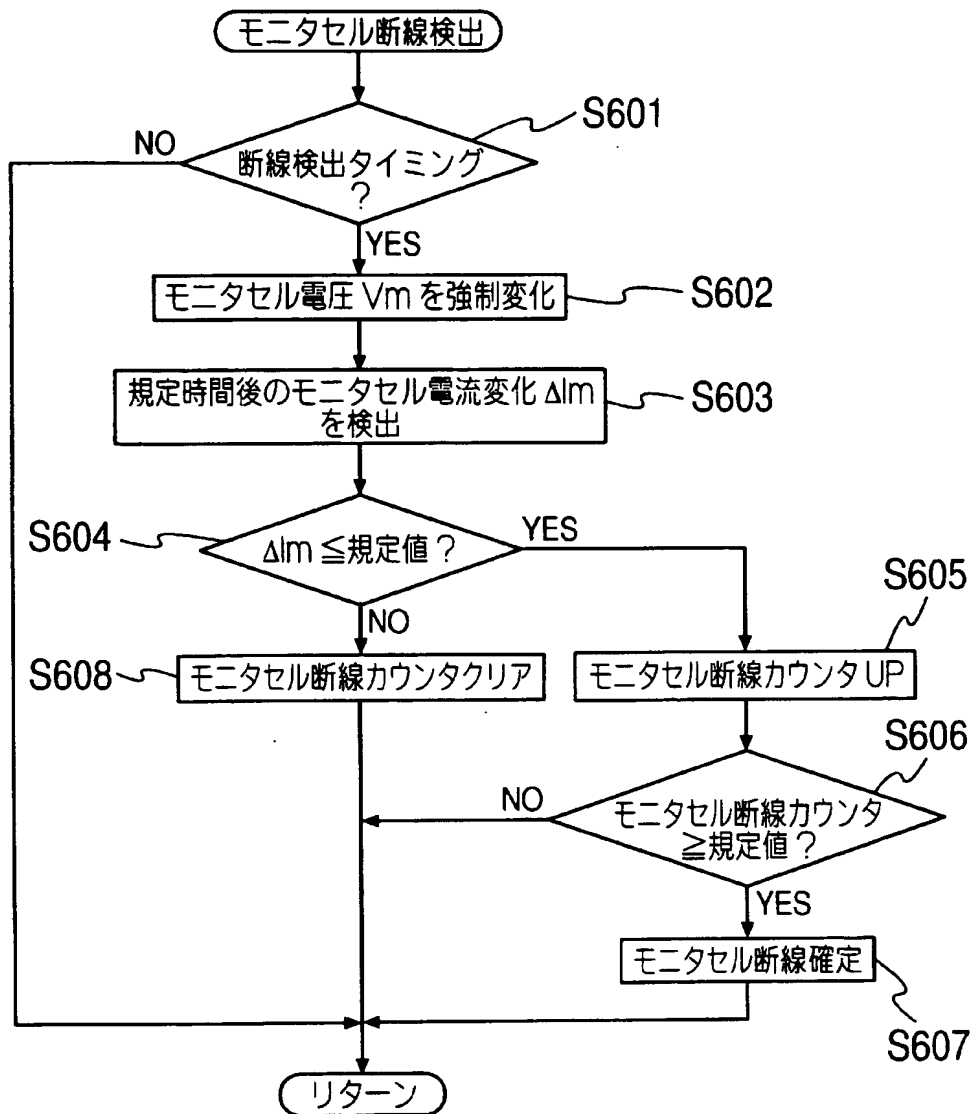
【図 19】



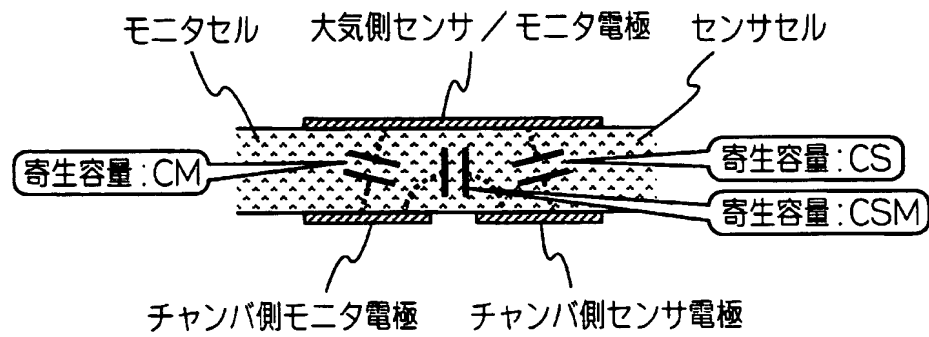
【図 20】



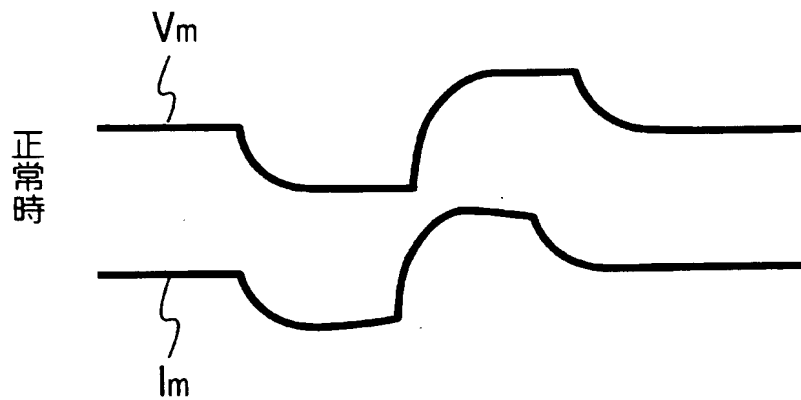
【図 21】



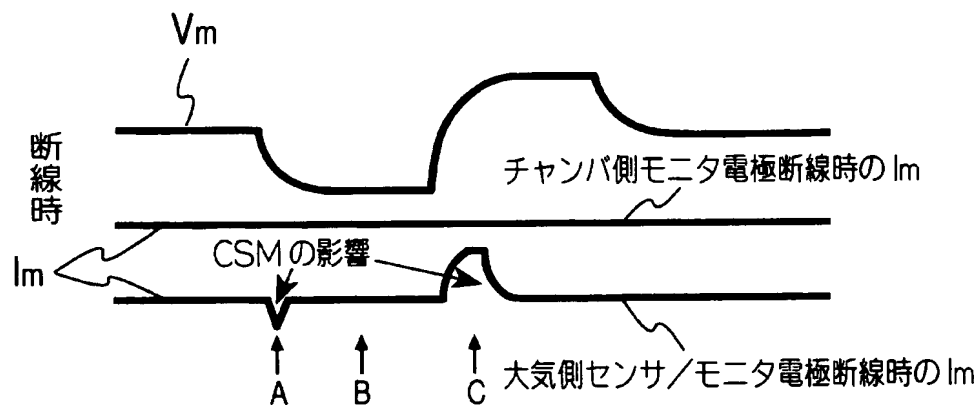
【図 2 2】



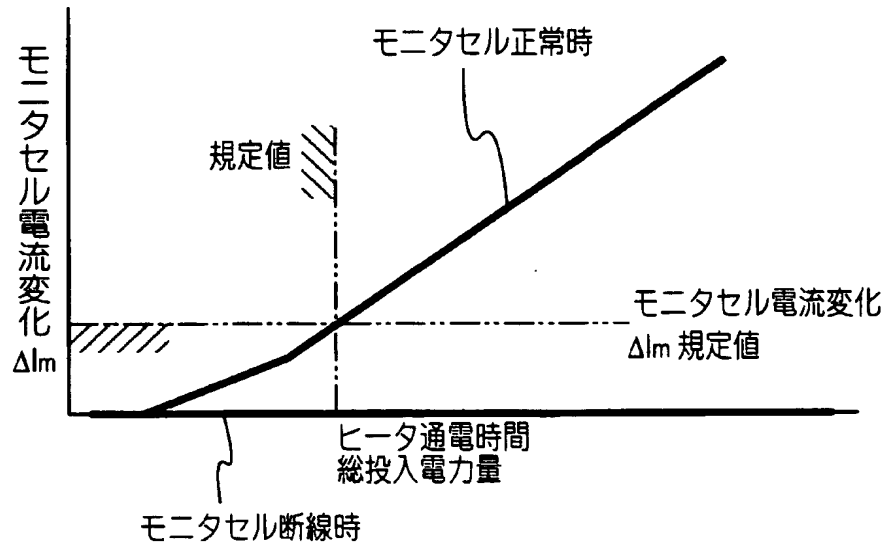
【図 2 3】



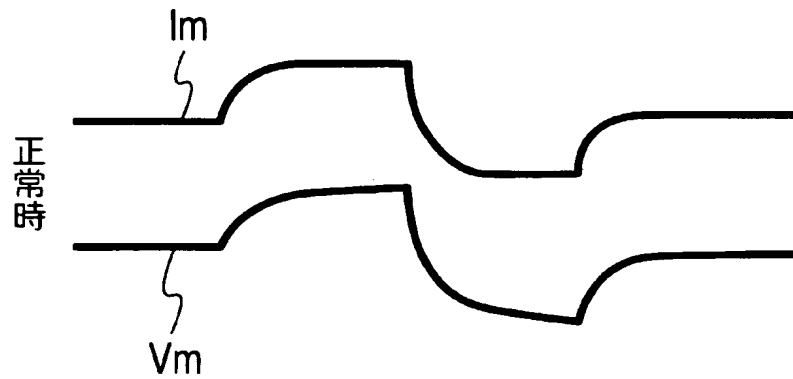
【図 2 4】



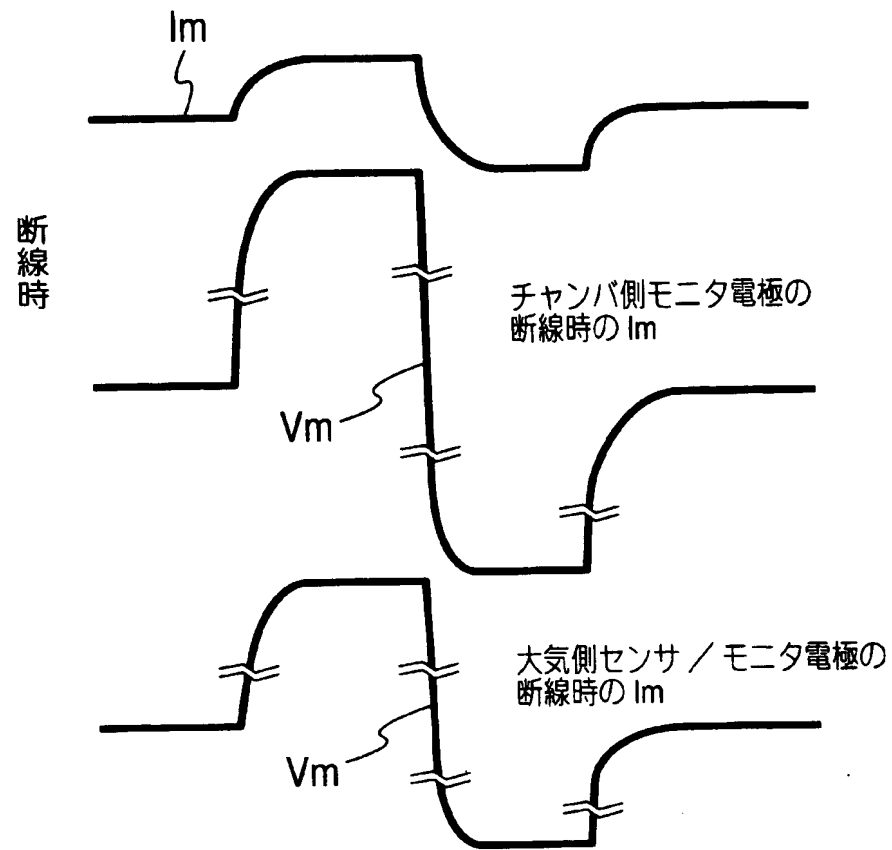
【図 25】



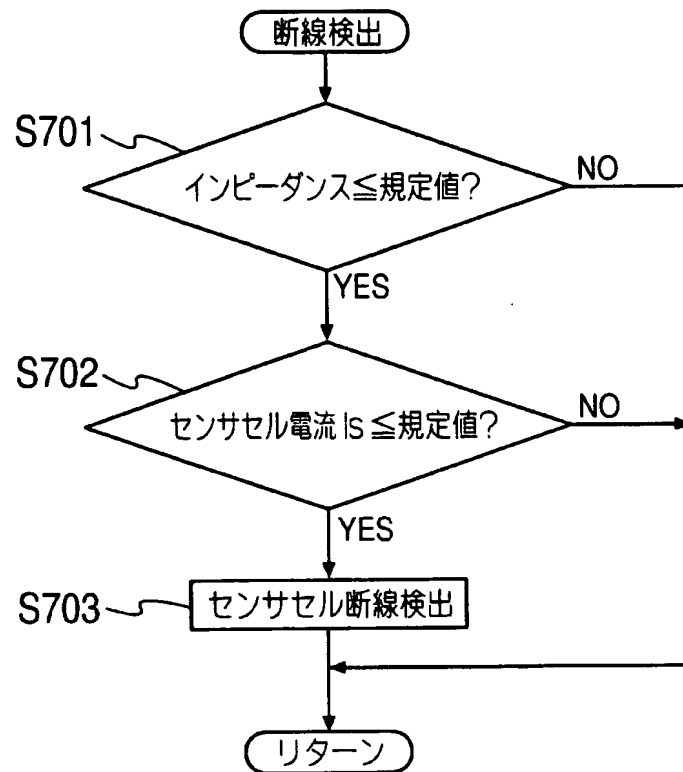
【図 26】



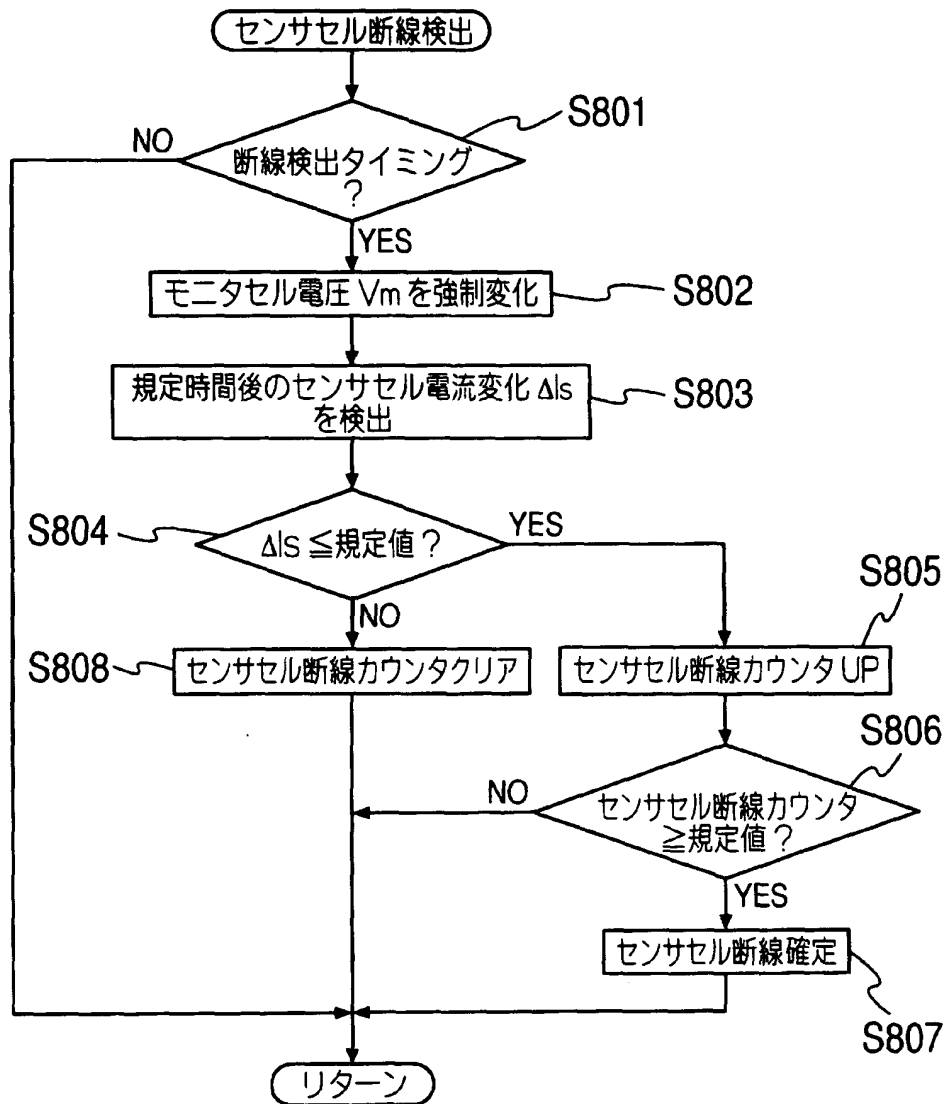
【図 27】



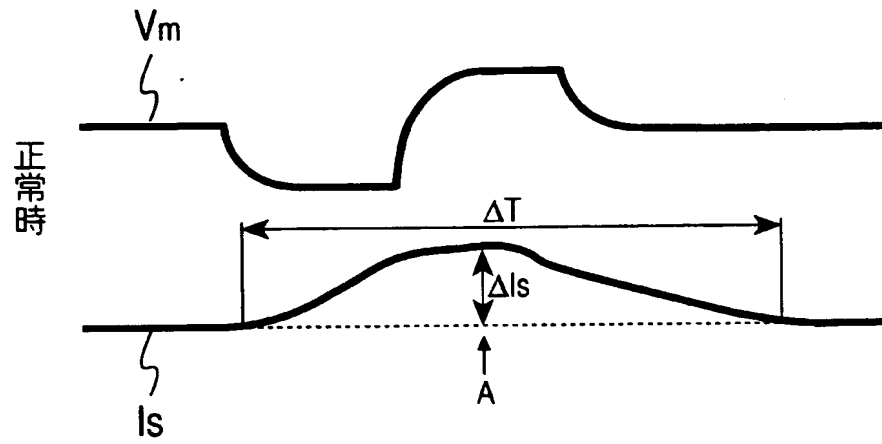
【図 28】



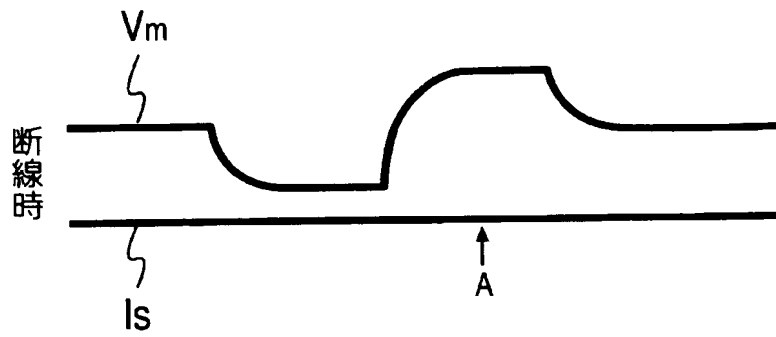
【図 29】



【図 30】

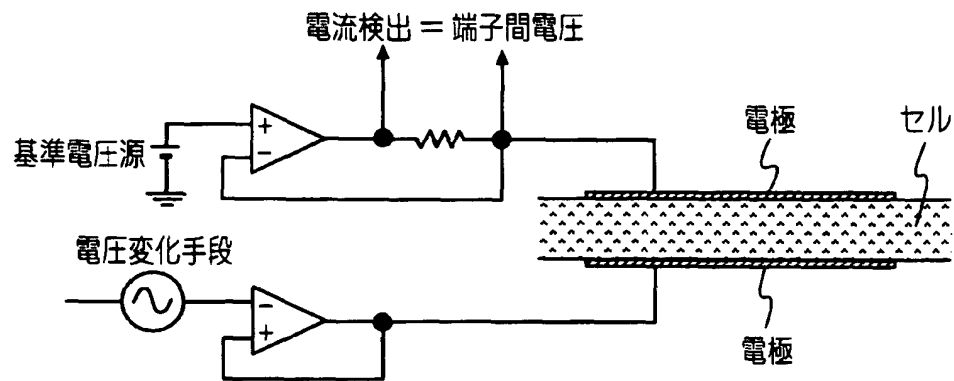


【図 31】

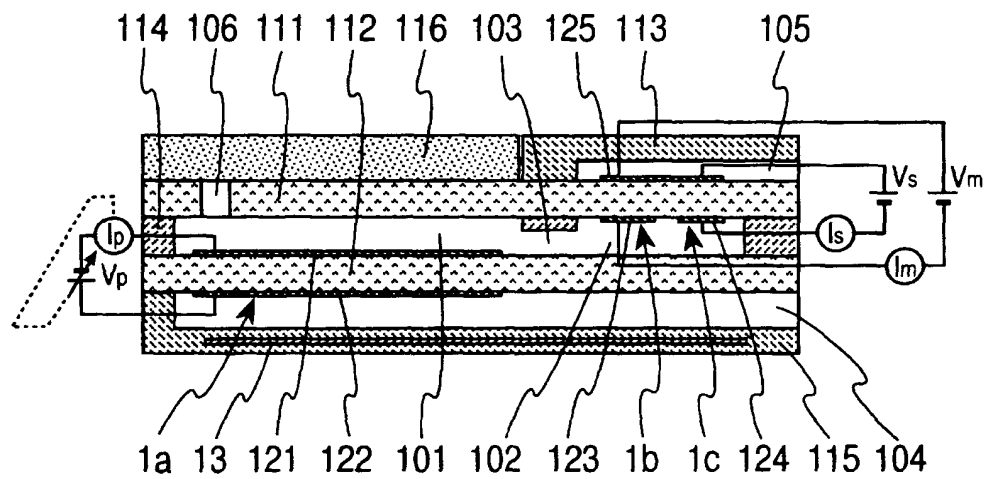




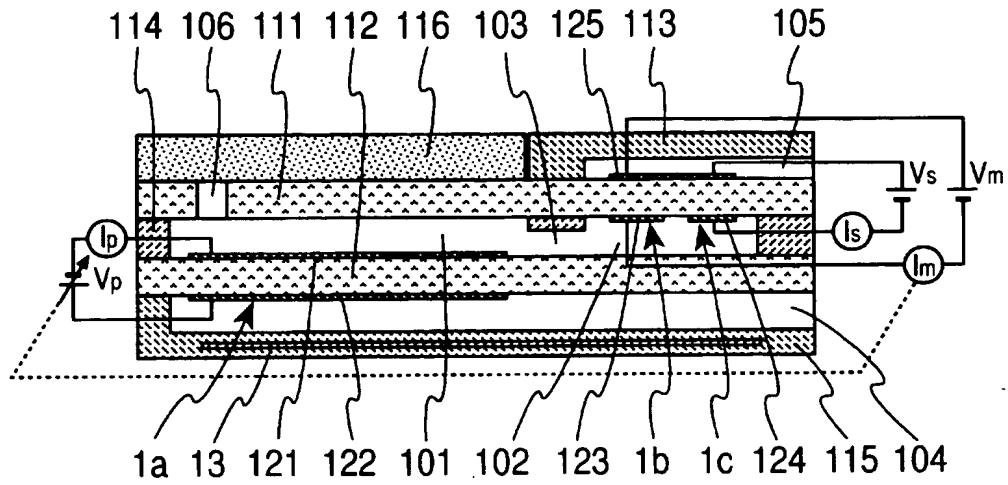
【図 3 2】



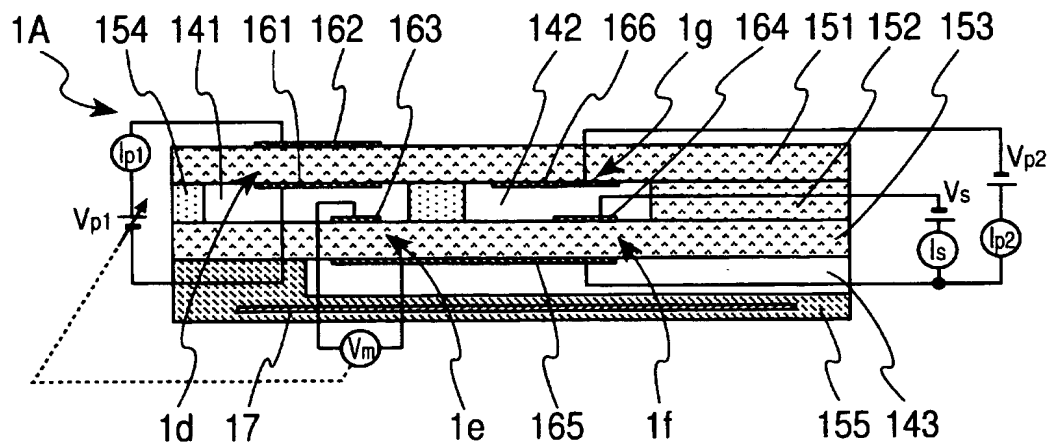
【図 3 3】



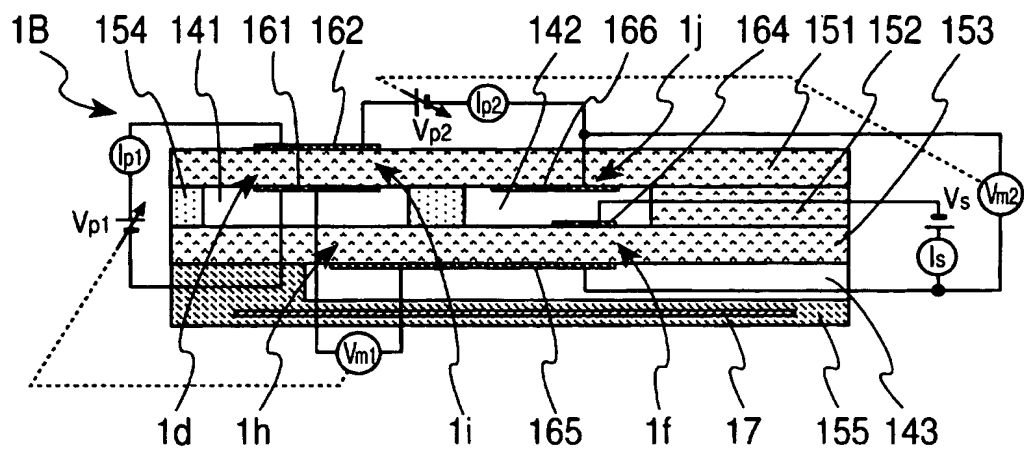
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 36】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガスセンサの断線を検出することである。

【解決手段】 固体電解質材 1 1 2 に 1 対の電極 1 2 1, 1 2 2 を形成した検出対象のセル 1 a について、マイクロコンピュータ 2 8 が、一時的に交流成分を含む試験信号を、電極 1 2 1, 1 2 2 と接続された信号線に入力するとともに、その応答信号を検出するようにする。セル 1 a の寄生容量で、断線がなければ、交流成分に応じた電流が電極 1 2 1, 1 2 2 間を流れ、応答信号が発生する。断線していれば応答信号の大きさは 0 である。応答信号の検出値が基準値を下回っている場合には、断線異常と判ずるようにする。一時的に試験信号を入力することで、その前後におけるガス濃度の検出値の変動を抑制する。セル 1 a の寄生容量で比較的大きな応答信号が得られることで、他のセル 1 b, 1 c の干渉を回避する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 5 2 8 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー